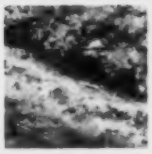
Ontario

GUIDE DE DRAINAGE DE L'ONTARIO

PUBLICATION 29F

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DE L'ALIMENTATION ET DES AFFAIRES RURALES

Ontario



GUIDE DE DRAINAGE DE L'ONTARIO

PUBLICATION 29F

Éditeur

Sid Vander Veen, ing., coordonnateur du drainage
Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario

Remerciements

La première édition du *Guide de drainage de l'Ontario*, publiée en 1957 (en anglais seulement), a été rédigée par Ross W. Irwin, professeur à l'Université de Guelph. M. Irwin a également assuré la coordination de plusieurs éditions subséquentes du guide. Les recherches du professeur Irwin ainsi que son travail de vulgarisation auprès des producteurs agricoles, des entrepreneurs et des ingénieurs en drainage ont grandement contribué à l'évolution de la gestion de l'eau dans le sol et des techniques de drainage, en Ontario ainsi que dans les régions humides des États-Unis. M. Ross W. Irwin est membre du Ontario Agricultural Hall of Fame et il vient d'être intronisé dans l'International Drainage Hall of Fame du département d'ingénierie de l'université de l'Ohio.

L'équipe responsable de la coordination de la version 2007 du *Guide de drainage de l'Ontario* était composée des personnes suivantes :

Ross Irwin, professeur émérite, Université de Guelph, Steve Cronsberry, président, Land Improvement Contractors of Ontario ainsi que les membres suivants du personnel du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario : Valerie Anderson, Doug Aspinall, Andy Kester, Jim Myslik, ing., Arlene Robertson et David Rouleau.

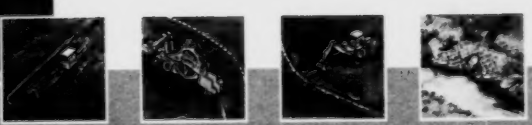
Besoin d'informations techniques ou commerciales ?

Communiquer avec le Centre d'information agricole au 1 877 424-1300
ou à l'adresse courriel suivante : ag.info.omafra@ontario.ca

Pour plus d'information ou pour se procurer des exemplaires de cette publication ou de toute autre publication du ministère, composer le 1 888 466-2373 en Ontario ou le numéro de l'ATME du MAAARO au 519 826-7402 pour les malentendants. Faire parvenir les demandes de produits à products.omafra@ontario.ca ou consulter le site Web du MAAARO à *www.e-laws.gov.on.ca*. Les commandes peuvent être envoyées par télécopieur au 519 826-3633 ou par la poste à ServiceOntario,
1 chemin Stone Ouest, Guelph, Ont. N1G 4Y2

Pour plus d'information sur les lois ou règlements provinciaux, consulter le site Web des Lois et règlements de l'Ontario à *www.e-laws.gov.on.ca*.

Publié par le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales
© Imprimeur de la Reine pour l'Ontario, 2007
Toronto, Canada
ISBN 978-1-4249-4157-5
06-07-1M



Historique du Guide de drainage de l'Ontario

La présente publication est la huitième édition du *Guide de drainage de l'Ontario*, publié la première fois en 1957. Voici un bref historique de l'évolution de ce Guide depuis les 50 dernières années.

1956 – La responsabilité des systèmes de drainage au moyen de tuyaux passe du Collège d'agriculture de l'Ontario à la nouvelle section d'ingénierie du Service d'extension du ministère de l'Agriculture de l'Ontario, et procure un nouveau défi au personnel du Service.

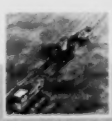
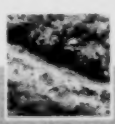
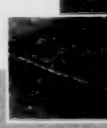
1957 – Le Collège d'agriculture de l'Ontario publie la première édition du *Drainage Guide for Ontario* offert en polycopie de 24 pages. Le document s'inspire d'une publication de la Société américaine des ingénieurs agricoles (American Society of Agricultural Engineers) intitulée *Tentative Recommendation for the Design and Construction of Tile Drains in Humid Areas.*

1960 – La publication 29, *Drainage Guide for Ontario*, s'ajoute aux publications produites par le ministère et présente les codes de drainage pour 256 types de sol.

1966 – Une version révisée du guide est publiée. On y décrit notamment les caractéristiques des tuyaux de drainage que l'on peut utiliser lorsqu'il est difficile de se procurer des drains en argile et en béton.

1973 – L'édition de 1973 comprend passablement de modifications, et le document est imprimé en format A4. Le guide contient les codes de drainage de 275 types de sol ainsi que les normes de construction de l'Ontario Farm Drainage Association (OFDA) et il décrit les mécanismes de contrôle volontaire de la qualité relatif aux nouveaux tuyaux de drainage en plastique. Le code de drainage tient compte du drainage naturel du sol ainsi que de la pierrosité sous la surface du sol lorsque cette dernière risque d'entraîner des coûts additionnels pour les entrepreneurs en drainage. La section sur les matériaux est augmentée et des tableaux sur les normes de qualité de l'ASTM International sont ajoutés. Des spécifications sont données pour les tuyaux de sortie de drainage qui remplacent les anciens réservoirs à eau chaude. On y traite des traverses de pipelines. La publication comporte peu d'allusions aux tuyaux en plastique, le nivellement se faisant encore à l'aide de piquets. En 1973, des cours sont offerts aux entrepreneurs de l'OFDA afin qu'ils perfectionnent leurs techniques de conception des systèmes de drainage. Les entrepreneurs en drainage ont alors amélioré leurs compétences en conception de systèmes par l'obtention de permis.

1976 – Le guide contient maintenant des informations techniques sur le règlement pris en application de la *Loi de 1990 sur les installations de drainage agricole*. Il présente les mêmes codes de drainage et les mêmes types de sol que l'édition précédente, mais une attention particulière est accordée au calcul des quantités d'eau évacuées par rapport à la taille des drains. La section sur la réalisation des ouvrages de drainage prend plus d'importance.

1984 – Les mesures utilisées dans le guide sont converties au système métrique. Des améliorations fondées sur des recherches récentes et sur le système actuel de classification des sols sont ajoutées. Ce système est très différent de l'ancien et il est basé sur l'Inventaire des terres du Canada. On trouve maintenant 309 types de sol dans le guide et la méthode de calcul du diamètre des tuyaux de drainage a également été améliorée.

1986 – Le drainage en surface et l'irrigation souterraine sont désormais reconnus dans le guide. On y a également révisé la section sur la réalisation du système de drainage, des informations techniques pour calculer l'écartement entre les drains et une méthode pour évaluer les profils de sol. Cette édition est également offerte en version française.

2007 – La présente édition révisée reflète l'évolution de la gestion des sols agricoles ainsi que les préoccupations environnementales actuelles. Elle comprend également les sols du Nord de l'Ontario. Comme pour toutes les mises à jour, le guide de 2007 a été revu et corrigé par une équipe de professionnels compétents.

Table des matières

1. Généralités 1

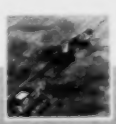
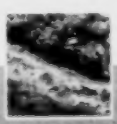
1.1 But du guide 1
1.2 Responsabilités du propriétaire 1
1.3 Investissement 3
1.4 Drainage souterrain 3
1.5 Drainage en surface 3
1.6 Nivellement du sol 3
1.7 Irrigation souterraine 4
1.8 Sols organiques 5
1.9 Sols minéraux 5

2. Planification et conception 7

2.1 Utilisation du guide 7
2.2 Utilisation des cartes pédologiques de comtés 7
2.3 Informations sur les sols 8
2.4 Code de drainage souterrain 8
2.5 Mode d'utilisation du tableau 2 10
2.6 Mode d'utilisation du tableau 3 16
2.7 Drainage des cultures spéciales 20
2.8 Planification du système de drainage 22
2.9 Émissaires 22
2.10 Coefficient de drainage 23
2.11 Choix du diamètre des collecteurs principaux 24
2.12 Interception des écoulements souterrains 32
2.13 Diamètre minimal des drains latéraux 33
2.14 Longueur des drains latéraux 33
2.15 Profondeur des drains et remblayage 33
2.16 Pente des drains 35
2.17 Tracés de systèmes de drainage souterrain 36
2.18 Vérifications initiales 38
2.19 Considérations supplémentaires 39

3. Ouvrages et accessoires spéciaux 41

3.1 Généralités 41
3.2 Bouche de décharge 41
3.3 Puisards 45
3.4 Chambres de raccords 52
3.5 Évents régulateurs de pression et bouches d'aération 53
3.6 Embouts et bouchons 54
3.7 Siphons 54
3.8 Traverses 55
3.9 Régulateurs de débit internes 56

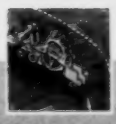



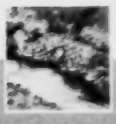
4. Traverses de routes et d'installations de services publics 57
4.1 Nouvelles installations publiques ayant un effet sur le système de drainage en place 57
4.2 Nouveaux systèmes de drainage ayant un effet sur des installations publiques déjà en place 59

5. Aménagement des lignes de drainage et techniques recommandées en cas de problème 61
5.1 Généralités 61
5.2 Racines d'arbres dans les drains 61
5.3 Sables mouvants 62
5.4 Sols instables (enrobage des drains requis) 62
5.5 Dépôts d'ocre 64
5.6 Ruptures et affaissements de drains 64
5.7 Fumier, biosolides et eaux résiduelles 65
5.8 Racines de plantes 66
5.9 Gestion du sol 66
5.10 Sols organiques 67

6. Matériaux et normes 69
6.1 Généralités 69
6.2 Drains en terre cuite 69
6.3 Drain en béton 69
6.4 Tuyaux en plastique ondulé 69
6.5 Raccords 69
6.6 Enveloppes et matériaux filtrants 70
6.7 Géotextiles 70

7. Réalisation d'un système de drainage 71
7.1 Généralités 71
7.2 Sécurité 71
7.3 Inspection et manutention des matériaux 72
7.4 Conditions de travail pendant l'installation 72
7.5 Orientation de l'alignement 72
7.6 Orientation de la pente 73
7.7 Pose des tuyaux – Généralités 74
7.8 Pose des tuyaux – Creusage des tranchées 75
7.9 Remblayages initial et final des tranchées 75
7.10 Pose des tuyaux – Drainage taupe 76
7.11 Installation dans les sols très meubles 77
7.12 Drains en place 77
7.13 Raccordements 77
7.14 Raccord aux drains municipaux 78
7.15 Nettoyage et restauration des chantiers 78
7.16 Inspection 78
7.17 Bouches de décharge 79





8. Émissaires 81

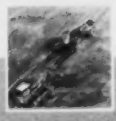
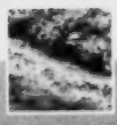
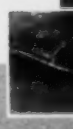
8.1 Drains souterrains en place 81
8.2 Fossés ouverts privés 81
8.3 Stations de pompage 82

Annexe A – Description détaillée des classes de drainage 85
Annexe B – Comment déterminer l'espacement des drains 93
Annexe C – Informations additionnelles 99
Annexe D – Glossaire 101

Tableaux

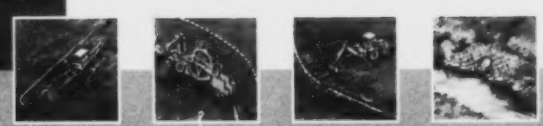
Tableau 1 Écartement des drains latéraux pour l'irrigation souterraine exprimé en pourcentage de l'écartement recommandé pour le drainage 4
Tableau 2 Séries de sols de l'Ontario et leur code de drainage 10
Tableau 3 Profondeur et écartement recommandés pour les drains latéraux dans les champs de cultures commerciales 17
Tableau 4 Profondeur et écartement des drains latéraux pour les cultures spéciales 21
Tableau 5 Capacité d'absorption d'eau des drains intercepteurs 32
Tableau 6 Pourcentage de la charge de surface transmise aux drains enterrés 35
Tableau 7 Pente minimale recommandée 35
Tableau 8 Vitesse d'écoulement maximale permise dans le drain 36
Tableau 9 Dimensions du tuyau de sortie 42
Tableau 10 Rapport maximal de la pente des parois de fossés ouverts 82
Tableau 11 Données pour la conception de systèmes de drainage munis d'une pompe 83

Tableau A1 Description générale des profils de sol 85
Tableau A2 Description des classes de drainage 87
Tableau A3 Catégories de conductivité hydraulique 88
Tableau A4 Groupes hydrologiques de l'USDA 89
Tableau A5 Classes de drainage naturel 90
Tableau A6 Classes des pentes 91
Tableau A7 Classes de possibilités d'utilisation agricole des sols 92
Tableau B1 Propriétés physiques représentatives des sols 96
Tableau C1 Longueur des drains latéraux requise par hectare et par acre 99
Tableau C2 Facteurs de conversion 99

Figures

Figure 1	Comparaison entre un système de drains peu profonds et rapprochés et un système de drains profonds et espacés	19
Figure 2	Monogramme pour le choix du diamètre des collecteurs principaux	24
Figure 3	Débit des drains en fonction de la surface drainée	27
Figure 4	Diamètre des tuyaux en plastique ondulé	28
Figure 5	Diamètre des drains en béton et en terre cuite	29
Figure 6	Diamètre des tuyaux non perforés en plastique	30
Figure 7	Profondeur des drains et remblayage	34
Figure 8	Modèles de tracés de drainage souterrain	37
Figure 9	Disposition des drains latéraux en amont	40
Figure 10	Tuyau de sortie affleurant la berge d'un fossé	43
Figure 11	Tuyau de sortie en surplomb	43
Figure 12	Décharge avec mur de soutènement	44
Figure 13	Déversoir empierré	44
Figure 14	Bouche de surface	45
Figure 15	Puisard surélevé en retrait du réseau de drainage	47
Figure 16	Puisard surélevé en ligne avec le réseau de drainage	47
Figure 17	Fossé-avaloir	48
Figure 18	Graphique pour l'aménagement du fossé-avaloir	49
Figure 19	Fosse à sédiments	50
Figure 20	Bassin collecteur	51
Figure 21	Tranchée filtrante	51
Figure 22	Chambre de raccords	52
Figure 23	Bouche d'aération et évent régulateur de pression	53
Figure 24	Siphons inversés	54
Figure 25	Traverses	55
Figure 26	Régulateur de débit	56
Figure 27	Variations de pente acceptables	74
Figure 28	Station de pompage type avec pompe submersible	84
Figure 29	Station de pompage type avec pompe à hélice	85
Figure A1	Modèle schématisé des profils de sol selon le code de drainage	88
Figure A2	Distribution générale des profils de sol selon le code de drainage	89
Figure B1	Comment déterminer l'écartement des drains	93
Figure B2	Estimation de la conductivité hydraulique à partir de la texture des sols	95
Figure B3	Évaluation de la profondeur équivalente selon l'écartement des drains	97
Figure B4	Relation générale entre la conductivité hydraulique saturée et l'écartement des drains	97



1. Généralités

1.1 But du guide

Le *Guide de drainage de l'Ontario* est un document de référence technique en lien avec le règlement pris en application de *la Loi de 1990 sur les installations de drainage*. Le guide est également destiné aux entrepreneurs en drainage titulaires de permis, aux inspecteurs et aux ingénieurs en drainage, aux ingénieurs agricoles ainsi qu'aux personnes qui s'intéressent à la planification, à la conception, à l'inspection et à la réalisation de systèmes de drainage ainsi qu'à la rédaction de spécifications. Cette publication peut également s'avérer utile aux propriétaires de terrains, aux exploitants agricoles et à ceux qui souhaitent en connaître davantage sur la conception des systèmes de drainage, la gestion de l'eau et les techniques de réalisation des ouvrages de drainage.

Les recommandations se limitent à des renseignements généraux et doivent être considérées uniquement comme des lignes directrices qui ne visent que la province de l'Ontario et qui s'adressent aux concepteurs de systèmes de drainage agricole souterrain. Le guide n'élimine pas la nécessité de poursuivre des études sur les conditions du sol, la topographie, les types de cultures et la rentabilité de l'investissement envisagé. Il sera parfois nécessaire de modifier certaines recommandations afin de les adapter aux conditions locales ainsi qu'aux méthodes de travail du sol actuelles et futures. Les recommandations fournies dans ce guide présupposent que des émissaires adéquats sont en place ou pourraient être installés.

Ce guide sera revu et corrigé selon l'évolution des connaissances.

1.2 Responsabilités du propriétaire

Les entrepreneurs en drainage sont tenus de s'assurer que le système de drainage est conçu par des professionnels et que les tuyaux de drainage sont installés de manière à ce que l'eau puisse pénétrer dans les drains et y circuler jusqu'à l'émissaire. Les propriétaires, et non les entrepreneurs, sont responsables des aspects suivants :

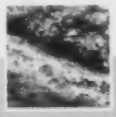
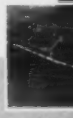
Les émissaires

Avant d'installer un système de drainage au moyen de tuyaux, il est important de trouver un endroit où il est permis de mettre en place un émissaire, de manière à ce que l'évacuation de l'eau soit légale et ne cause pas de problème aux propriétaires dont le terrain est situé en aval. L'émissaire peut être :

- un cours d'eau naturel,
- un drain municipal,
- un drain sous entente.

On doit conclure une entente (permission écrite) relative aux émissaires dans les cas suivants :

- si le terrain d'un autre propriétaire est traversé par un drain municipal ou un cours d'eau servant d'émissaire (entente avec les propriétaires en aval),
- lorsque l'émissaire est un drain privé, un fossé ou un tuyau de drainage situé sur une propriété voisine,
- dans le cas de raccordements au drain municipal (entente avec la municipalité).

Réponse du sol

Les propriétaires de terres agricoles sont tenus de vérifier si le sol répond bien au drainage souterrain. Il se peut que le sol contienne des substances chimiques susceptibles de nuire, à long terme, à l'efficacité des tuyaux de drainage. Certaines pratiques agricoles entravent l'écoulement vertical de l'eau dans le profil du sol. Un mauvais drainage souterrain peut être dû au compactage qui freine le mouvement de l'eau dans le sol vers les drains, surtout aux endroits où la circulation de véhicules est importante, comme dans les vignobles. Les entrepreneurs en drainage peuvent suggérer aux agriculteurs des moyens d'améliorer le drainage. Les monocultures commerciales sont souvent à l'origine de couches de sol plus denses qui réduisent l'efficacité des drains souterrains. L'apport et la conservation de matière organique améliorent la structure du sol et maintiennent sa perméabilité, ce qui permet au surplus d'eau d'atteindre le drain facilement.

Permis

Les propriétaires de terres agricoles doivent obtenir les servitudes ou permis nécessaires longtemps avant le début des travaux de drainage et les entrepreneurs sont tenus de s'en assurer avant de commencer ces derniers.

Installations privées

Le propriétaire est tenu d'identifier les endroits où se trouvent les câbles enfouis, les conduites d'eau, la fosse septique ou d'autres installations privées sur la propriété. Il doit également s'assurer que les endroits où les drains risquent de croiser un équipement enfoui sont indiqués et mis à découvert. L'entrepreneur n'est pas responsable des dommages causés aux équipements privés qui n'auraient pas été clairement identifiés par le propriétaire.

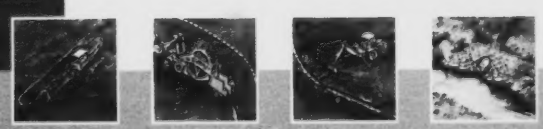
Installations publiques

Le propriétaire doit vérifier s'il y a risque d'empiéter sur certaines installations publiques ou sur des emprises ou de les traverser, avant que le plan du système de drainage soit réalisé. Si tel est le cas, le propriétaire est tenu d'aviser les services publics lorsque les plans sont en train d'être préparés afin d'obtenir les approbations requises avant le début des travaux. Les services publics doivent être de nouveau contactés, au moins 48 heures avant le début des travaux, afin qu'ils puissent repérer et identifier les équipements. Les travaux ne doivent pas commencer avant que les services publics, l'entrepreneur et le propriétaire constatent que toutes les exigences et les mesures de sécurité ont été respectées.

Nettoyage et restauration des chantiers

Le propriétaire est responsable du nettoyage et de la restauration des chantiers et peut engager l'entrepreneur pour effectuer ces travaux, dont voici quelques exemples :

- étendre les surplus de sol sur les champs avoisinants,
- enlever certaines matières du chantier comme les grosses pierres, les racines, etc.,
- réparer, remplacer ou rénover les clôtures ou d'autres installations de la propriété,
- enlever les tuyaux restants, les anneaux de fixation, les débris et les attaches,
- ou toute autre tâche convenue.



1.3 Investissement

Le drainage est un investissement qui doit être rentabilisé dans un délai raisonnable. La rentabilité du système sera d'autant plus intéressante si le système de drainage souterrain reste efficace longtemps. Ainsi, pour assurer l'efficacité à long terme d'un système (surtout dans les sols à texture fine), une bonne gestion du sol s'impose. Celle-ci comprend l'enfouissement des résidus végétaux et la rotation des cultures incluant des légumineuses au système racinaire profond.

1.4 Drainage souterrain

Le drainage souterrain permet l'égouttement de l'eau de la surface et du profil du sol en vue d'améliorer les conditions de croissance des cultures, tout en tenant compte des répercussions des ouvrages sur l'écosystème. Les tuyaux de drainage souterrain permettent de régulariser le niveau d'eau de la nappe phréatique peu profonde dans le profil du sol, ce qui crée un environnement propice à la survie et à la croissance des végétaux au cours des périodes qui suivent les précipitations. Le niveau de la nappe phréatique est ajusté uniquement jusqu'à la profondeur des drains souterrains.

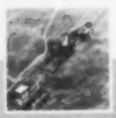
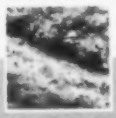
1.5 Drainage en surface

Le drainage en surface évacue l'eau accumulée en surface, aux endroits nécessaires, par l'entremise de fossés peu profonds, traversables par la machinerie agricole. Il importe toutefois de tenir compte des répercussions du drainage aux endroits où l'eau s'accumule et où elle est évacuée. Le drainage en surface réduit le volume d'eau qui devrait normalement percoler dans le sol. Ainsi, le drainage en surface améliore l'efficacité de tout le système en diminuant le volume d'eau évacué par les drains souterrains. Voici quelques caractéristiques du drainage en surface :

- il est adapté aux terrains plats et aux endroits où le sous-sol est de texture fine et dense.
- il a peu d'effet positif sur la capacité du sol à supporter le passage de la machinerie pour la préparation des semis.
- il n'abaisse pas l'humidité dans le profil du sol.
- il permet d'évacuer l'eau de la surface du sol, mais il n'abaisse pas le niveau de la nappe phréatique dans le profil du sol.
- on devrait d'abord l'utiliser avant d'investir dans le drainage souterrain.
- les puisards raccordés aux drains souterrains peuvent être utilisés pour éliminer l'eau dans les zones basses.

1.6 Nivellement du sol

Les terrains plats de texture fine présentent souvent de nombreuses petites dépressions superficielles. Ces dernières donnent fréquemment naissance à des mares qui persistent longtemps et peuvent nuire aux cultures. Le nivellement du terrain, en vue de combler ces petites dépressions, réduit les accumulations d'eau à la surface et permet à l'eau de percoler de manière plus uniforme dans le sol. Des fossés peu profonds en bordure des champs contribuent aussi à l'égouttement de surface.

1.7 Irrigation souterraine

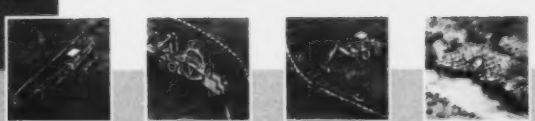
L'irrigation souterraine dans les champs de grandes cultures permet de contrôler le niveau de la nappe phréatique et d'améliorer ainsi la qualité de l'eau souterraine. Il s'agit toutefois d'une pratique coûteuse qui doit être adaptée à chaque site et qui exige la réalisation de plans par des spécialistes. L'irrigation souterraine convient aux endroits dont le sous-sol est peu perméable et où l'approvisionnement en eau est adéquat. Voici quelques éléments à considérer à ce sujet :

- Des permis sont nécessaires pour utiliser l'eau à des fins d'irrigation.
- Une source additionnelle d'approvisionnement en eau doit être accessible, ou à tout le moins mise en place, pour l'irrigation.
- Le système de gestion de l'eau doit être conçu et pour le drainage et pour l'irrigation souterraine.
- La taille du système doit permettre un approvisionnement maximal d'eau durant les périodes de pointe et les pertes de percolation doivent être prises en compte.
- Les collecteurs principaux et les drains latéraux doivent être installés parallèlement à la surface du sol.
- La longueur des drains latéraux doit être réduite de manière à ce qu'ils puissent être utilisés adéquatement pour le drainage et l'irrigation souterraine.
- Installer les drains latéraux plus profondément que ce qui est recommandé au tableau 2 afin que la charge d'eau soit suffisante.
- L'écartement des drains latéraux pour des systèmes combinés de drainage et d'irrigation dépend du type de sol. Voir le tableau 1 pour calculer l'écartement des drains.
- Le diamètre des tuyaux de drainage est fonction de l'écoulement souhaité.
- Mettre en place des dispositifs de contrôle de la nappe phréatique, si nécessaire, afin que les variations de niveau de la nappe ne dépassent pas 0,3 m (1 pi).
- Il faut entretenir les systèmes d'irrigation souterraine pour être en mesure de les utiliser l'année suivante.

Note : Les exploitants qui envisagent d'avoir recours à un système combiné de drainage et d'irrigation souterraine devraient consulter des professionnels afin de vérifier si cette pratique convient au site et à la culture souhaitée.

Tableau 1. Écartement des drains latéraux pour l'irrigation souterraine exprimé en pourcentage de l'écartement recommandé pour le drainage (voir le tableau 3)

Texture du sol	Pourcentage de l'écartement recommandé pour le drainage
Limon	45
Loam, loam limono-argileux	70
Loam sableux	80
Sable loameux	90



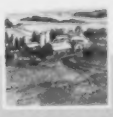
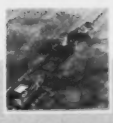
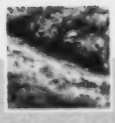
1.8 Sols organiques

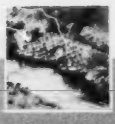
Aucune recommandation générale sur le drainage des sols organiques (p. ex. terres noires) n'est fournie dans ce guide. Chaque cas est unique et requiert l'opinion éclairée d'un expert en la matière. Ces sols présentent des problèmes qui leur sont propres, tels que la stabilisation initiale du sol, le contrôle de la nappe phréatique, la construction de digues, les infiltrations, le pompage, etc.

Éviter le drainage des terres noires peu profondes, de 450 mm (1,5 pi) ou moins, qui reposent sur du sable ou des argiles imperméables. La durée de vie de ces sols organiques est courte et il n'est généralement pas rentable de les drainer.

1.9 Sols minéraux

Les recommandations formulées dans ce guide portent uniquement sur le drainage des sols minéraux, puisqu'ils représentent la majorité des terres agricoles. L'installation de drains souterrains n'est pas souvent conseillée en présence de marne (qui n'est d'ailleurs pas un sol) ou d'une assise rocheuse peu profonde.



2. Planification et conception

2.1 Utilisation du guide

La première étape d'un plan de drainage consiste à évaluer la faisabilité de ce dernier. On doit donc :

- consulter le guide,
- recueillir des informations sur les projets locaux de drainage,
- examiner les données des études pédologiques,
- évaluer les caractéristiques des zones humides et du terrain naturel,
- se renseigner sur les lois et les règlements portant sur le drainage,
- évaluer les facteurs économiques.

La conception et la construction des systèmes de drainage agricole doivent tenir compte des éléments suivants :

- les émissaires présents,
- les études de sols existantes,
- le mouvement général de l'eau dans le sol et l'allure des accumulations d'eau dans la zone à drainer,
- les levés topographiques,
- les possibilités d'utilisation des terres.

2.2 Utilisation des cartes pédologiques de comtés

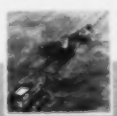
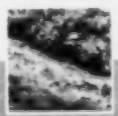
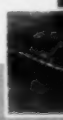
On trouve une grande diversité de sols en Ontario dont les besoins de drainage et les possibilités d'utilisation diffèrent. Les séries de sols de l'Ontario sont établies en fonction des cartes pédologiques existantes et sont divisées en groupes pédologiques selon leur besoin en drainage. Étant donné que la cartographie des sols est un processus permanent et que la classification des sols évolue constamment, il est nécessaire de refaire certaines corrélations sur les anciennes cartes et de les réviser selon l'évolution des connaissances. Il est également important de tenir compte du fait que certaines variations mineures dans les sols d'une exploitation ne sont pas cartographiées.

De manière générale, les cartes et les études pédologiques sont utilisées pour déterminer les points suivants :

- la nature et les propriétés des sols à un endroit donné,
- si un endroit donné convient bien à une utilisation agricole précise,
- la nécessité d'améliorer les conditions de drainage.

À noter que l'échelle employée habituellement pour les cartes pédologiques ne permet pas de révéler les petites surfaces de sol humide. Il peut donc être nécessaire d'effectuer sur place un relevé détaillé pour localiser ces zones dans les champs qui doivent être drainés.

Les méthodes de drainage utilisées dépendent des caractéristiques du profil de sol. Parmi celles-ci, les plus pertinentes sont la structure, la texture, la profondeur, la pierrosité et l'humidité. Ces caractéristiques servent de point de départ aux études qui permettent de classifier les sols en séries. Les renseignements fournis par les cartes pédologiques et les études correspondantes sont utiles pour la planification des systèmes de drainage.

On peut consulter les études pédologiques de la plupart des comtés dans les bibliothèques publiques et, dans certains cas, sur le site Web du gouvernement du Canada. Consulter le système d'information sur les sols à l'adresse *http://sis2.agr.gc.ca/cansis/*

2.3 Informations sur les sols

Se procurer les études de sol correspondant à la superficie à drainer, puis :

- Déterminer la position de la ferme sur la carte pédologique et noter les symboles indiqués.
- Se reporter à la légende de la carte pédologique afin de comprendre la signification de chaque symbole.
- Établir à quelle série le sol appartient, en consultant la légende détaillée de la carte.
- Consulter la table des matières du rapport d'études pédologiques et trouver les sections qui décrivent les séries de sols mentionnées. Ces sections contiennent des informations détaillées sur l'utilisation des terres et des renseignements techniques sur les sols.
- Se rendre sur le site afin de vérifier si les conclusions obtenues correspondent à la réalité. Creuser le sol pour examiner comment se fait le drainage interne; utiliser des carottes de sol ou examiner des tranchées pour connaître les caractéristiques des profils de sol.
- La figure A2 représente la distribution générale des profils de sol de l'Ontario selon leur code de drainage.

2.4 Code de drainage souterrain

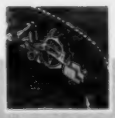
Classement en fonction de l'origine du surplus d'eau

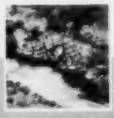
Deux grandes catégories sont utilisées dans ce guide pour classer les sols en fonction de l'origine de leur surplus d'eau.

Les sols saturés d'eau souterraine sont généralement perméables et leur engorgement est attribuable à l'élévation de la nappe phréatique. Deux éléments importants sont à considérer à cet égard : le niveau souhaité de la nappe, à mi-chemin entre les drains, tel que dicté par les exigences des cultures ainsi que le coefficient de drainage. L'équation en régime permanent utilisée pour calculer l'écartement des drains, présentée à l'annexe B, est utile pour la conception du plan de drainage. Le niveau de l'émissaire peut parfois représenter une contrainte à l'abaissement de la nappe phréatique.

Les sols saturés d'eau de surface, quant à eux, reposent sur des sous-sols relativement imperméables et le mouvement vertical de l'eau y est entravé. Leur conductivité hydraulique est faible et l'écoulement par gravité se limite au mouvement de l'eau dans les lézardes et les fissures. Le mouvement de l'eau cesse lorsque les agrégats du sol gonflent. L'eau se déplace principalement dans les couches de surface cultivées. Il arrive souvent que ces sols nécessitent un drainage secondaire, comme un drainage en surface.

Les sols de l'Ontario énumérés au tableau 2 sont groupés selon les caractéristiques du sol les plus pertinentes à la conception des ouvrages de drainage souterrain. Les deux principales caractéristiques sont la vitesse à laquelle l'eau se déplace dans le profil de sol et le taux d'humidité avant l'installation des drains souterrains, c'est-à-dire l'écoulement naturel. La profondeur du profil de sol ainsi que la pente et la position topographique sont également importantes.





On a assigné, dans le cadre de ce guide, un code drainage à chaque série de sols de l'Ontario (tableau 2). Les recommandations relatives à la profondeur et à l'écartement des drains pour chaque série de sols, d'après le code de drainage, sont données au tableau 3.

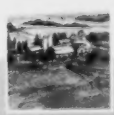
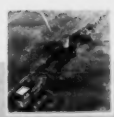
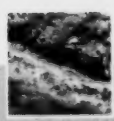
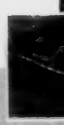
Certains renseignements sur les sols ont été obtenus à partir de données expérimentales. Cependant, la plupart des informations ont été extrapolées ou estimées d'après les résultats d'essais ou d'études sur le terrain. L'expérience démontre qu'il est hautement souhaitable et même parfois obligatoire d'adapter ces recommandations aux conditions locales.

Code de drainage

Le code de drainage comprend quatre symboles. Exemple : S3W8

- Le *premier symbole* est soit S ou G et il correspond à l'origine du surplus d'eau (tableau A1). S signifie que le sol est saturé en surface et que l'horizon de faible perméabilité est situé à moins d'un mètre (3 pi) de profondeur. G indique que la nappe phréatique est, ou a été, près de la surface. Ce classement est établi et indiqué sur les cartes pédologiques au moment de la réalisation des levés pédologiques dans le comté.
- Le *deuxième symbole* est un nombre qui est en lien avec le premier symbole. On compte six classes pour les sols saturés d'eau de surface et trois classes pour les sols saturés d'eau souterraine. On trouvera un résumé des informations à ce sujet à l'annexe A, ainsi que dans les illustrations de la figure A1. La figure A1 illustre la méthode utilisée par les pédologues pour représenter les variations des horizons de sol, de gauche à droite. L'emplacement moyen de drains est indiqué dans chaque profil de sol. La distribution générale de ces sols est illustrée à la figure A2. Ces classes de sols sont établies en fonction de leur conductivité hydraulique (tableau A3, annexe A) et sont décrites au tableau A4 de l'annexe A.
- Le *troisième symbole* est une lettre majuscule qui représente la classe de drainage naturel, décrite au tableau A5. Ce symbole n'est pas modifié même après que les tuyaux de drainage soient installés.
- Le *quatrième symbole* indique la classe de la pente, tel que décrit au tableau A6. Les classes de pentes dans l'Inventaire des terres du Canada (ITC) sont trop vastes (1–6) pour les travaux de drainage. Le code qui est utilisé dans le présent guide comporte neuf symboles.

Source : Soil Classification for Agricultural Drainage in Southern Ontario, Université de Guelph, School of Engineering Publication, 126-54, 1980, P.S. Chisholm, A. Bavsalau, R.W. Irwin.

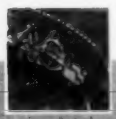
2.5 Mode d'utilisation du tableau 2

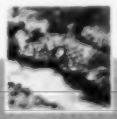
Entrer le nom de la série de sols établi à la section 2.3 et déterminer le code de drainage correspondant.

Tableau 2. Séries de sols de l'Ontario et leur code de drainage[***]

Sud de l'Ontario

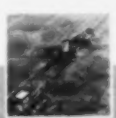
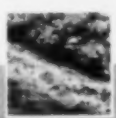
Série de sol	Code de drainage	Classe selon l'ITC (drainé)	(non drainé)	Groupe hydrologique
Achigan	G2I4	4f		B
Alberton	S1I2	3 i/w	5	D
Allendale*	S3P2	3 w	5	C
Alliston*	G3I2	-	-	B
Almonte	S1W7	-	-	C
Ameliasburg	S6W8	-	-	D
Ancaster	S3W8	-	-	B
Anstruther	S6W7	4fm		B
Appleton	G1W9	-	-	B
Atherley	S1P2	3 w	5	D
Ayr	G3P2	3 w/i	5	C
Bainsville	S3P2	2 w	5	C
Balderson	G1I2	-	-	B
Ballymote	G3P3	2w	4w	C
Bamford	G3I2	-	-	B
Bancroft	G3W8	-	-	A
Barrhaven	S6P2	6rw		C
Bass	S1I2	-	-	D
Battersea	S2I5	-	-	C
Bearbrook	S1P2	3 w/d	5	D
Becketts Creek	S3I4	-		C
Belmeade	S5VI	4 d/w	5	D
Bennington	S3W8	-	-	B
Berriedale	G2W8	-	-	A
Berrien	S3I5	-	-	C
Beverly*	S2I4	-	-	C
Binbrook	S2I4	-	-	C
Blackburne	S5P1	-		D
Blackwell	SIPI	2 w	4	D
Bolingbroke	G3W5	-	-	A
Bondhead*	G1W8	-	-	B
Bookton	S3W6	-	-	B
Boomer	S4W2	3 i/m	5	B
Borromee	S6VP1	-		D
Borthwick	G2VP1	-		C
Brady*	G2I5	-	-	B
Brandon	S1P2	3w		D
Brant*	S3W8	-	-	B
Brantford	S2W7	-	-	C
Bridgman	G3W9	-	-	A
Brighton	G2W7	-	-	A
Brisbane*	G3I2	-	-	B
Brockport	S6M9	-	-	B
Brooke	S6P3	-	-	C
Brookston	S2P2	2 w	5	D
Bryanston	G1W8	-	-	A
Bucke	S3W8	-	-	B
Buckham Bay	G2W8	-		A
Burford*	G3W4	-	-	A
Burnbrae	S6W3	-	-	B
Burnstown*	G1W9	-	-	B
Burpee	G3P1	5 w	6	C
Burrittts Rapids	S5VP1	-		D
Buzwah*	SIW7	-	-	C
Caistor	S2I5	-	-	C
Caledon	G3W4	-	-	A
Camilla	G3I2	-	-	B
Campbell*	S1W7	-	-	C
Cane*	S2P1	2 w	5	D
Carlsbad	G2W4	-		A
Carp*	S2I5	-	-	C
Carsonby	S3P2	-		C
Casey	S416	-	-	B
Cashel	S2M6	-	-	C
Castor*	S3I3	-	-	C
Chateauguay	S3W4	2d		B
Cheney	G2P2	5wf		C
Chesley	S2P2	2 w	5	D
Chinguacousy*	S2I5	-	-	C
Christy	G1PI	6 w/p	6	C
Clyde	S1PI	2 w	5	D
Codrington	S3I4	-	-	C
Colborne	G3W4	-	-	A
Colwood*	G1P2	2 w	5	C
Conestoga	G1I4	-	-	B
Conover	S2I4	-	-	C
Constance Bay	G2W4	-		A
Cooksville	S6I4	-	-	B
Corkery	S5VP1	-		D
Craigleith	S2I4	-	-	C
Cramahe	G3W8	-	-	A
Crombie	GIP2	2 w	5	C
Dalhousie	S1I4	2d		D
Dalton	S3I4	-	-	C
Darlington	G1W8	-	-	B
Deloro*	G1W8	-	-	B
Donald	G3I2	3 i	5	B
Donnybrook	G3WS	-	-	A
Dorking	S2P1	4 d/w	5	D
Dumfries*	G3W8	-	-	A
Dummer*	G1W8	-	-	B
Dundonald	S3W6	-	-	B
Dunedin	S2W8	-	-	C
Dunrobin	G2P2	5wf		C
Dwyer Hill	S3P2	3w		C
Eamer	G1W7	-	-	B
Earlton*	S4I6	-	-	B
Eastport	G3W9	-	-	A
Edenvale	53I5	-	-	C
Eganville*	G1W8	-	-	B
Ekfrid	S1I6	-	-	D
Elderslie	S2I4	-	-	C
Eldorado	G1W8	-	-	B
Ellwood	S2I5	-	-	C
Ellwood	S6I2	-		B
Elmbrook	S2I5	-	-	C
Elmira	G2P1	4w/i	5	C
Elmsley	S6W3	-	-	B
Embro	S3I4	-	-	C
Emily*	G1I4	-	-	B
Englehart	S3P2	4 w	5	C
Evanturel*	S4W9	-	-	B
Fallowfield	S6I2	5r		B
Fanshawe	G3I4	-	-	B
Farmington	S6W3	-	-	B
Ferndale	S2P2	2 w	5	D





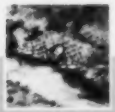
Sud de l'Ontario

Série de sol	Code de drainage	Classe selon l'ITC (drainé)	Classe selon l'ITC (non drainé)	Groupe hydrologique
Flamboro*	G3P2	4 w	5	C
Floradale	G3I3	-	-	B
Font	G3W9	-	-	A
Fonthill	G3W4	-	-	A
Fox*	G2W7	-	-	A
Foxboro	G1P2	2w	5	C
Franktown	S6I3	-	-	B
Freeport	G1W6	-	-	B
French Hill	G3W6	2ft		A
Galesburg	G1W9	-	-	B
Galesburg	S6W6	3p		B
Gananoque*	S1W7	-	-	C
Gerow	S6P1	-	-	C
Gilford	G3P2	4 w	5	C
Glendale	S5VP1	-		D
Gobles	S2I7			C
Gordon*	S1I2	-	-	D
Goulbourn	S5VP1	-		D
Granby	G2P2	3 w	5	C
Grand	G1W1	2 i	4	B
Greely	S5VP1	-		D
Grenville*	G1W7	-	-	B
Grimsby*	G2W7	-	-	A
Guelph*	G1W8	-	-	B
Guerin*	G1I2	-	-	B
Gwillimbury	G3I4	-	-	B
Haldimand	S1I5	-	-	C
Hampden	S5I2			D
Harkaway*	G1W7	-	-	B
Harrisburg	S3W5	-	-	B
Harriston	G1W8	-	-	B
Harrow	G3W9	-	-	A
Havelock	G3W9	-	-	A
Hawkesville	G3P1	4 w/i	5	C
Haysville	G3I2	3 i	4	B
Heidelberg	G3I4	-	-	B
Hendrie	G3I2	-	-	B
Herbets Corners	G2I4	-		B
Hespeler	G3P2	4 w/i	5	C
Highgate	G3I4	-	-	B
Hillier	S6W8	-	-	B
Hillsburgh	G3W9	-	-	A
Hinchinbrooke*	GIP2	2 w	5	C
Honeywood	S3W8	-	-	B
Howland*	G1I5	-	-	B
Huron	S2M6	-	-	C
Innisville	G1P1	4 w	5	C
Ironside	S3W6	3f		B
Jeddo	S1P2	4 w/d	5	D
Jockvale	G2W4	3f		A
Kagawong	S6W8	-	-	B
Kanata	S6W7	-		B
Kars	G3W4	-	-	A
Kelvin	S2P2			D
Kemble*	S2P4	-	-	C
Kenabeek	G2P3	6 w	6	C
Killean	S1I2	-	-	B
King	S2W7	-	-	C
Kintyre	G3W6	-	-	A
Kirkland	G3W2	3 i/mn	5	A
Kossuth	G1I4	-	-	B
L'Achigan	G2I5	-	-	B
Lambton	S3I5	-	-	C
Lanark	S2I5	-	-	C
Landsdowne*	S1I2	-	-	D
Laplaine	S1P1	-		D
Leith	S3W8	-	-	B
Leithrim	S6W3	-	-	B
Lemieux	S5VP1	-		D
Lily	G1P1	6 w/p	6	C
Limoges	G2W6	-		D
Lincoln	S1P2	4 w/d	5	D
Lindsay*	S2P2	2 w	5	D
Lisbon	G3W8	-	-	A
Listowel	G1I2	-	-	B
Little Current	S6W8	-	-	B
Lockport	S6M9	-	-	B
London*	G1I2	-	-	B
Lonsdale	S5V2			D
Lovering	S2I5	-	-	C
Lowbanks	GIV2			B
Lyons*	G1P1	3 w	5	C
MacDonald	S3P4	2w		D
Macton	G1I2	3 I	5	B
Magnetawan	G1P4	-	-	C
Mallard*	G2I5	-	-	B
Malton	S2P2	2 w	5	D
Manion Corners	S5VP1	-		D
Mannheim	G1W6	-	-	B
Manotick	S3W8	-	-	B
Maplewood	S3P2	2 w	5	C
Marchhurst	S6W5	-		B
Marionville	S3P2	2 w	5	C
Marsh	S5V1	-	-	D
Maryhill	G1P2	2w	4	C
Matilda	G1I4	-	-	B
Matson	S3I4	-	-	C
Medonte	S1WS	-	-	C
Melbourne	S1W6	-	-	C
Mer Bleue	S5P1	-		D
Mersea	S5VP1	-		D
Miami	S2W7	-	-	C
Mill	S3P1	3 w	5	C
Mille Isle	G2W4	4fm		A
Milliken	G1I2	-	-	B
Minesing	S1P1	2 w	5	D
Mississauga	S1P2	5 w/r	6	D
Monaghan	S2I4	-	-	C
Monteagle*	G1W6	-	-	B
Morley	S2P2	3 d/w	5	D
Morrisburg	S2I4	-	-	C
Moscow*	S2P2	2 w	5	D
Mountain	S3I4	-	-	C
Muck	S5V1	-	-	D
Muirkirk	G3P3	2w	4w	C
Munroe	S5VP1	-		D
Munster	G3W6	-		A
Muriel	S2M7			C
Murray	S3I4	-	-	C
Napanee*	S1P1	3 d/w	5	D
Nelson	S2M6	-	-	C
Nepean	S6W5	6r		B
Newburgh	S3W8	-	-	B
Newcastle	S3W8	-	-	B
Niagara	S2I5	-	-	C
Nipissing	S3I3	-	-	C
Nissouri	G1P3	2w	4w	C
Noiharn	S3WS	-	-	B
Normandale	G1I5			B
North Gower*	S2P2	2 w	5	D
Oakland	G3I3			B
Oakview	S5V2			D

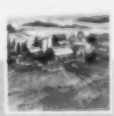
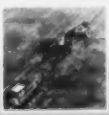
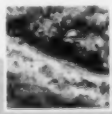
Sud de l'Ontario

Série de sol	Code de drainage	Classe selon l'ITC (drainé)	Classe selon l'ITC (non drainé)	Groupe hydrologique
Ohsweken	S3P2	2w	4w-5w	C
Oneida	S1W5	-	-	C
Ontario	S2W4	-	-	C
Osborne	S3I2	-	-	B
Osgoode	S2P2	2 w	5	C
Oshtemo	G2W7	-	-	A
Osnabruck	S2P2	4 w/p	5	D
Osprey	G1W8	-	-	B
Otonabee*	G1W7	-	-	B
Otterskin	S3P4	-	-	C
Parkhill*	G1P1	2 w	5	C
Peat	S5V1	6 w	6	D
Peel	S2I5	-	-	C
Pelham	G3W9	-	-	A
Perch	S1PI	4 d/w	5	D
Percy	S3W8	-	-	B
Perth	S2I5	-	-	C
Petherwick	G1P2	2 w	5	C
Phipps*	S1PI	3 w	5	D
Piccadilly	S3I4	-	-	D
Pike	S1W7	-	-	C
Pike Lake	G3W8	-	-	A
Piperville	S3I6	2f		C
Plainfield	G3W9	-	-	A
Pontypool	G3W9	-	-	A
Preston	G3I3	4 i/r	6	B
Queensway	S6W6	-		B
Ramsayville	G2I4	-		B
Reevecraig	G2P2	3w		C
Renfrew	S1I2	-	-	D
Rideau	S1I2	-	-	D
Ridgeville	G3I2	-	-	B
Rivard	S1P1	3dw	5w	D
Rubicon*	G2I5	-	-	B
Sargent	G3W8	-	-	A
Saugeen	S2W8	-	-	C
Schomberg	S2M6	-	-	C
Scotland	G3W7			A
Seely's Bay	S2M6	-	-	C
Senaca	G1W7			B
Seneca	G1W7	-	-	B
Shashawandah	S6W4	-	-	B
Sidney*	S1P2	3 w	5	D
Silver Hill	G1P3			B
Simcoe	S2P2	2 w	5	D
Smithfield	S2I5	-	-	C
Smithville	S2W7	-	-	C
Snedden	S1I2	-	-	D
Solmesville	S2I5	-	-	C
South Bay	S1W5	-	-	C
Springvale	G3M6	-	-	A
St. Clair	G2P2	2w	4w	A
St. Clements	S2W6	-	-	C
St. Damase	S3I4	-		
St. Jacobs	G3W2	-	-	A
St. Peter	G3W3	-	-	A
St. Samuel*	G2P3	6 w	5	C
St. Thomas	G3W8	-	-	A
St. Williams	GIP2			B
Stafford	G1I2	-	-	B
Stapledon	G2I4	-		B
Ste. Rosalie	S1P2	3 w/d	5	D
Stockdale	G1P2	2 w	5	C
Strathburn	S1P3	3w	5w	D
Styx	G1V2			B
Sullivan	G3W4	-	-	A
Summerstown	S5VP1	-		D
Tansley	S2I5	-	-	C
Tavistock	S3I4	-	-	C
Tecumseh	G2I5	-	-	B
Teeswater	S3W8	-	-	B
Tennyson*	G1W8	-	-	B
Thames	S2I5	-	-	C
Thorah	G2P3	6 w	6	C
Thorndale	G1I4	-	-	B
Thwaites	G1W9	-	-	B
Tioga*	G3W5	-	-	A
Toledo*	S2P2	2 w	5	D
Trafalgar	S6I4	-	-	B
Trent	S3I4	-	-	C
Tuscola*	S3I4	-	-	C
Tweed	S6W8	-	-	B
Uplands	G2W8	-	-	A
Vanessa	G3P2			C
Vars	G1W8	-	-	B
Vasey*	G1W9	-	-	B
Vaudreil	G2P2	3w		C
Vincent	S2W8	-	-	C
Vineland*	G2I5	-	-	B
Vinette	G2I4	-		B
Vittoria	S3I4			C
Wabi	G1W6	-	-	B
Walshear	S3W6			C
Walsingham	G2I2			A
Waterloo	G3W9	-	-	A
Watford	G3W7			A
Watrin	G3P2	6 w	6	C
Waupoos	S2M6	-	-	C
Wauseon	S3P1	3w	5	C
Wayside	G3I2	-	-	B
Welland	SIP2	4 w/d	5	D
Wellesley	S2I2	-	-	C
Wemyss	G1I4	-	-	B
Wendigo*	G3W8	-	-	A
Wendover	S1I2	-	-	D
Westmeath	G3W5	-	-	A
Whitby	G1I2	-	-	B
White Lake*	G3W5			A
Whitfield	S6W8	-	-	B
Wiarton	G1I4	-	-	B
Wilmot	S2P2	2 w	5	D
Wilsonville	G3W7			A
Winona	S3I5	-	-	C
Woburn	G1W8	-	-	B
Wolford	S2W8	-	-	C
Wolsey*	S1P1	2 w	5	D
Wooler	S3W8	-	-	B
Woolwich	G1W4	-	-	B
Wyevale	G3W3	-	-	A



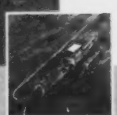
Nord de l'Ontario

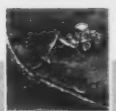
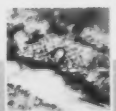
Série de sol	Code de drainage	Classe selon l'ITC (drainé)	Groupe hydrologique
Abitibi	G2W5	5FM	A
Abram	S1I4	2C	D
Agnewe	S3P4	3W	C
Albany	S1I	3D	D
Alcock	G2I2	4F	B
Alpine	S3M 5	3C	B
Ansonville	G2I4	3C-4F	B
Arbor Vitae	S3P4	3W	C
Arthur	S3I3	3FM	C
Atwood	S2I5	2C	C
Audrey	S2P2	4W	D
Avery	S3I2	3F	C
Azilda	S3P2	3W	C
Bain	G3V2	5WF-6W	C
Baird	S5V1	-	D
Baldwin	S3W7	2C	B
Balmer Bay	S2P2	4WD	D
Barnhart	S2I5	2C	C
Basket	S2P2	3W	D
Bearle	S3I5	3C	C
Beartrack	G2P2	4W	C
Belle Vallee	S5V2	4HF	D
Bergland	G2P2	4FW	C
Berry Lake	S5V2	4HF	D
Binabich	S3W3	2C	B
Biz	S3P2	4W	C
Black Bay	S1P1	3W	D
Black River	S3M 5	3C	B
Black Sturgeon	S1M 5	2C	C
Blake	S3 I1	2C	C
Blanche	S3W9	3D	B
Bluett	S2V2	4W	D
Blythe	S5V2	5HK	D
Bob Lake	G3I2	4F	B
Bonfield	S1P2	4WD	D
Boulter	S2I5	3D	C
Bradley	S3I4	3F	C
Breakneck	S3P2	4W	C
Brentha	S6W5	5R	B
Brethour	S3P2	2CW	C
Broadtail	G2W7	4FM to 7PR	A
Bucke	S3W5	4FM	B
Burditt	G1P2	5PW	C
Burnet	S3W2	3FM	B
Burning	S1V2	4W	D
Burpee	G3V2	6WF	C
Burt	S5V2	4HF	D
Burton	S5V2	4HF	D
Cabett	S5V1	-	D
Cache Lake	S5V2	2F	D
Callum	S5V2	3HK	D
Cane	S3P2	4W	C
Capreol	S3P2	4W-5W	C
Carmody	S3W8	4TP	B
Carpenter	S2P4	3W	D
Carterton	S5V2	5HK	D
Casey	S3I4	4F	C
Casimar	S2P2	3DW-4WD	D
Cedar	S3I5	2C	C
Chamberlain	S5V2	4HFL	D
Chartand	S1I7	3D	D
Cherriman	G2P2	5WF	C
Chiswick	S5V2	4HK	D
Christy	G1P2	6WP	C
Chrystal Falls	S5V2	5HK	D
Claxton	G3P2	5FW	C
Clearway	G1W8	5P	B
Clegg	S1M5	3C	C
Coderette	S5V2	5HK	D
Collins	S2P2	4D	D
Contact Bay	G1W9	4FM to 6TP	B
Corbeil	S5V2	4HK	D
Corn	S1I2	2C	D
Coutts	G1I8	5P	B
Couttsville	S5V2	5HL	D
Cranberry	G3P2	3WF	C
Crozier	S2P4	3W	D
Crystal Falls	S5V2	5HF	D
Curran	S5V2	3H	D
Current River	G1I1	5P	B
Cutler	G3M2	4FM	A
Dack	S1W7	3D	C
Daltes	G1I2	5P	B
Dance	S3I2	3F	C
Dawson	G1W7	3D-4P	B
Dayton	S3V2	4W	C
Deception	G1W7	6FM to 7TR	B
Delamere	S2W7	3D	C
Delray	S1W5	3C	C
Denman	G1M5	4P	B
Devitt	S2I4	3C	C
Devlin	S2I4	2C to 3F	C
Dewart	G3I2	3F to 4F	B
Dilke	G3P2	4FW	C
Dokise	G2W7	4FM	A
Dorion	S1I2	2C	D
Drurey	S5V2	6HFK	D
Drury	S5V2	6HFK	D
Dryden	S5V2	3HF	D
Ducharme	S1W7	2C to 3T	C
Duchesnay	S5V2	5H	D
Dune Sand	G2?2	6I	A
Dunnet	S3M5	3D	B
Dymond	G1I8	4P	B
Eag:le Lake	S5V2	4KHF	D
Eakett	G3P2	6WF	C
Earlton	S3I4	3C-3D	C
Ecclestone	S3I4	2C-3C	C
Elk Pit	G3W9	5TF to 6T	A
Ellice	G1W8	3P	B
Emo	S1P2	3W	D
Englehart	S3P2	4W-5WF	C
English	G1P2	6PW-6PTS	C
Espanola	S5V2	5HFK	D
Estaire	S5V2	3HF	D
Evanturel	S3W9	3T-6T	B
Everard	S1W	-	C
Everend	S3P2	4W	C
Falardeau	S3P2	3DW	C
Farmington	S6W2	6PR	B
Favareau	S3P2	4W	C
Flamingo	S2W7	3T	C

Nord de l'Ontario

Série de sol	Code de drainage	Classe selon l'ITC (drainé)	Groupe hydrologique
Fleck	S5V2	6HFL	D
Ford	S2P2	4W	D
Formal	G1W3	6PS	B
Fort Frances	S1V2	4W	D
Fort William	G2I2	3FM	B
Frechette	S3W7	2C-6T	B
Frederick	G2P2	5FW	C
Fremlin	S3M5	4FM	B
Frere Lake	S5V2	6HL	D
Fynxal	S1W8	3FD	C
Gaffney	G2P2	4W-5W	C
Gaffney Lake	S5V2	4F	D
Gameland	G2I4	3F	B
Gawase	S6W2	6R	B
Genesee	S5V2	5HK	D
Giante	G3W4	5FM	A
Glen	G3I1	5FM	B
Goughe	S3V2	5FW	C
Goulaise	G2V2	6FW	C
Gouvereau	G2P2	4WF	C
Grace	S1I5	2F	D
Grass	S5V2	5HL	D
Grassey	G1W9	3FM	B
Gullwing Lake	S5V2	4F	D
Guy Lake	G2P2	4WF	C
Haddo	S1P2	3W	D
Hagar	G2P2	4W	C
Haileybury	S1W8	2C-6T	C
Hallam	S3I2	3F	C
Hammerhead	S3I5	3D	C
Hanbury	S1I7	2C-3D	D
Hanna	G1W9	5PS-7TP	B
Harfred	G2W5	4FM	A
Harley	S5P2	3H	D
Harold	S5V2	7HL	D
Harrey	S3P2	3W	C
Harris Hill	S5V2	5HFK	D
Hartman	S1P2	4W	D
Haultain	S2W9	5P to 7TP	C
Hearst	S1I4	3C	D
Heaslip	S5V2	4KHF	D
Hilliard	S5V2	4HF	D
Hilton Beach	G3W7	4FM	A
Hilton Lake	S5V2	3H	D
Himsworth	S3I4	3D	C
Hughes	S5V2	4H	D
Hyndman	S1W2	2C	C
Ilford	S3I5	3F	C
Ingram	S5V2	6HFL	D
Innes Lake	S5V2	4HKF	D
Isbester	G1I2	5P	B
Jaffray	G3W7	5FM	A
Jamot	S1P2	4WD	D
Janden	G1I5	4P	B
Jarvis River	S1M5	5TD	C
Jeannie	G3W77	7TSP	A
Jocelyn	S5V2	3H	D
Jumbon	S5V1	*	D
Kaniniwiskia	S5V2	6F	D
Kapuskasing	S3M5	3C	B
Kawashegamuk	S3V2	4W	C
Keenoa	S3P2	4W	C
Kellar	S5V2	4HFL	D
Kenabeek	G3P2	5WF	C
Kenogami	S5P2	6HFK	D
Kerns	S5V2	3H	D
Ketchinig	S5V2	6HFK	D
Killaby	S3M4	3F	B
Kim	S2P2	4W	D
Kingsford	S3M4	3F	B
Kushog	S5V2	6H	D
Kynoch	G1M9	5TP	B
La Vallee	S1W8	3T	C
Lappe	S1P1	4WD	D
Larder	S5V2	4KHF	D
Laurence	S3M5	3FM	B
Leeville	S5P2	4HFL	D
Linkor	S5V1	*	D
Lowther	S2M5	3C	C
Macintyre	S5V1	*	D
Magnetewan	S3W9	4T - 6T	B
Makobe	G1I4	5P-7P	B
Mallard	G3I7	4FM-7PR	B
Manders	S5V2	3K	D
Marie	S3V2	5WF	C
Marritt	S3M7	2C	B
Marshal	G1I2	4P-6PR	B
Marten	S3W5	4F	B
Mary	G2W5	4FM	A
Matheson	G1W2	5PS	B
Maybrook	S5V2	3H	D
McCool	S1I2	3WD	D
McKellar	S3P1	3W	C
Medette	G2I2	4FM-6RS	B
Melgund	S3V2	4W	C
Melick	G1W9	3T	B
Menary	G3M2	4F	A
Mennin	S1M2	2C	C
Mickle	S2P2	3W	D
Mietzle	G3W3	5FM	A
Milberta	S1V2	6W	D
Milford	S5V2	3HL	D
Millerand	S1V2	4W	D
Minnitaki	S1P2	3W	D
Miscampbell	G2I2	4FM	B
Misema River	S5V2	3HF	D
Mission	G3P1	5WF	C
Monteagle	G1W9	5TP-7PR	B
Moose	G1P2	5PW-6P	C
Morley	G3W8	5P	A
Morson	G2V2	5W	C
Mud Lake	S5V2	3F	D
Mudcat Creek	S5V2	4HFK	D
Muddy Lake	S5V2	2F	D
Muller	S2W8	2C to 3T	C
Murillo	S5V1	*	D
Muskosung	G3?W7	6FM	A
Musselle	S3P2	3W-5W	C
Naiden	S3W4	3F	B
Neebing	G3I1	4F	B
Nellie	S1W5	3D	C
New Liskeard	S1P2	2CW-4W	D
Newfeld	S3P2	4W	C
Noelville	S3I5	2C	C
Nolalu	G1W4	6TP	B
Norembega	S5P2	5FL	D
North Branch	S3I5	2C	C
Notre Dame	S5V2	3H	D



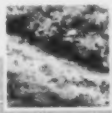
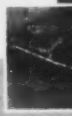
Nord de l'Ontario

Série de sol	Code de drainage	Classe selon l'ITC (drainé)	Groupe hydrologique
Nugget	G3P2	5W	C
O	S5V2	*	D
Oak	S3M5	2C	B
Off	G1W8	3FM	B
Orbit Lake	S5V1	*	D
Organic	S5V2	N/A	D
Oskondoga	S1I2	6TP	D
Otterskin	S3I7	4F	C
Ouellette	S1P2	3DW-4WD	D
Ouimet	S1I1	3D	D
Paipoonge	S1W3	2C	C
Parket	S1P2	3DW	D
Parrish	S3I5	2C	C
Parry Sound	S5V2	4KHF	D
Pass	S5V2	4HF	D
Passer	S5V1	*	D
Pearl	G3W6	6F	A
Pearson	G1I6	5P	B
Pedlow	S5V2	5HF	D
Peganels Lake	S5V2	4HF	D
Penassen	S5V1	*	D
Pense	S3I4	3C-3DW	C
Phelans	G3W9	6FM	A
Pinewood	G3I2	4FM	B
Playfair	S3P2	3W	C
Plum	S1W5	2C to 4P	C
Porquis	S3I4	3C	C
Powassan	S3P2	3W	C
Pyne	G2I2	3F-4F	B
Quire	S3P2	3W	C
Raft Lake	S5V2	3KH	D
Rainy River	S5V2	3K	D
Raithe	S5V1	*	D
Recollect	G3V2	6W	C
Redvers	S2W2	2C	C
Richardson	G2W2	4FM	A
Ridger	G2P2	6W	C
Ridout	G1I5	6PR-7PR	B
Robitaille	S2V2	4W	D
Rock	N/A8	7R	N/A
Rockbound Lake	S5V2	5HF	D
Rockland	VAR7	7r to 4FM & 3D	N/A
Rose	S1I5	2C	D
Rowe	G3W5	5FM	A
Ryland	S1P4	4W	D
Sables	G1P2	5PW	C
San Pierre	S3P2	3W	C
Sasaginaga	S5P2	6HL	D
Scaden	G1W8	4P to7PT	B
Sellars	S3W3	2C	B
Sesekinika	S5P2	3H	D
Shenston	S5V2	5FL	D
Shetland	S1P2	4W	D
Siamese	S3P2	4W	C
Sibley	S2P	3W	D
Siflet	S3V2	4W	C
Silver	S3I2	2C	C
Sioux	S1W2	3D to 4TE	C
Slate River	G2W4	3FM	A
Sleeman	G3M5	3FM	A
Smoke	G2P2	4W	C
Solvan	S3P2	4W-4DW	C
Spronger Lake	S5V2	2F	D
St Joeseph's	S6W2	6R	B
Stinson	S3M7	2C	B
Strawberry	G1P1	5WP	C
Sturgeon Falls	G2P2	4W	C
Sturgeon River	S5V2	3F	D
Sunderland	S3V2	5W	C
Sunstrom	S5V2	5HL	D
Sutton Bay	G1P2	6P	C
Tarbutt	G1P2	5PW	C
Tarentorous	S1M5	3D	C
Thistle	S3W5	3FM-4F	B
Thompkin	S1M5	2C	C
Thornloe	S1P2	3DW-4WD	D
Thunder Lake	S5V2	4F	D
Thwaites	S3W8	2C	B
Tomiko	S3P2	3W	C
Tomstown	S5P2	6HFL	D
Tovell	G3V2	6W	C
Treaty	S3P2	3W	C
Tribal	S2P2	3W	D
Tunis	S3P2	4W	C
Turner	G2V2	6W	C
Twin Cities	G2P1	4W	C
Twin Falls	G2V2	4W-6W	C
Twyning	G1V2	6W	C
Uno Park	S5V2	5HL	D
Val Cote	S2W7	3C-5T	C
Van Horne	S2W8	3T	C
Vasey	S6W8	6PR	B
Vermillion	G1W8	4TP-6PR	B
vERNER	G2I5	4F	B
Veuve River	S3I5	2C	C
Wabi	G1W	5P	B
Wade	S5P2	4HK	D
Wahnapitne	S5V2	2H	D
Wamsley	S3W4	2C	B
Warren	G2P2	5WF-6WF	C
Wausing	G1W5	4TP	B
Weird	S3W8	3T	B
Wemyss	G1I2	5PR&7R	B
Wendigo	G3W9	4FM-6TS	A
Wickens	G1P2	5WF	C
Wildnerness	S2I2	2C	C
Wildrice Lake	S5V2	5HF	D
Willbank	S3P2	4FW	C
Wistiwasing	S5P2	4HK	D
Withington	G2I4	4F	B
Wolf	S3P4	3W	C
Wolf River	S5V1	*	D
Wolfpup	G3W3	5FM	A
Wolseley	S1I2	2C	D
Wood	S3P2	3W	C
Woodyatt	S3P2	3W	C
Woolley	S3W5	4F-4FM	B
Worthington	G3W5	4FM	A
Yellek	S5V2	4H	D
Zealand	G3P2	4WF	C

* Séries de sols caractérisées par des horizons peu profonds sur assise rocheuse. Les horizons rocheux de ces sols sont caractérisés par un groupe hydrologique qui doit être réduit d'un niveau (par exemple, C devient B).

** La classification de l'ITC n'est pas disponible.

*** Un code de drainage a été assigné à chaque type de sol; cependant, l'efficacité du drainage doit être évaluée pour chaque site.

Information complémentaire pour le tableau 2

Classification de l'Inventaire des terres du Canada

Le tableau 2 fournit des renseignements utiles pour certains projets spéciaux d'ingénierie. Les indices actuels d'évaluation utilisés dans l'Inventaire des terres du Canada (ITC) pour l'Ontario correspondent à des sols où un système de drainage est déjà installé. Les indices de l'ITC (tableau A7) donnés dans la troisième colonne sont utilisés sur les cartes pédologiques actuelles de l'ITC où le plus grand risque est l'inondation ou l'excès d'eau. Ces indices permettent d'appliquer le système de l'ITC aux endroits où l'on estime que seuls les sols minéraux dont le drainage est mauvais ou très mauvais ont besoin d'être drainés. Trois séries de sols bien drainés font exception (Boomer, Grand et Kirkland) ainsi que cinq autres séries au drainage imparfait (Alberton, Donald, Haysville, Macton, Preston). Pour ces huit exceptions, les inondations dues au débordement des cours d'eau présentent un risque pour les cultures. Par ailleurs, les indices de l'ITC pour les sols non drainés (quatrième colonne du tableau sur le sud de l'Ontario seulement) constituent une estimation des utilisations agricoles possibles en l'absence de système de drainage.

Groupes hydrologiques

Les groupes hydrologiques correspondent à une estimation du ruissellement après la pluie. Les sols sont regroupés d'après leur vitesse d'absorption de l'eau après avoir été gorgés d'eau pendant assez longtemps (taux d'infiltration). Cette grille s'inspire des critères utilisés par le Département de l'Agriculture des États-Unis (USDA) pour la classification des groupes hydrologiques. Le code est attribué à chaque série de sols en fonction des données sur les sols de cette série.

2.6 Mode d'utilisation du tableau 3

Utiliser les deux premiers symboles du code de drainage et les données du tableau 3 pour obtenir une recommandation appropriée sur le système de drainage souterrain. Le tableau 3 présente les profondeurs et les écartements de drains recommandés pour les drains latéraux installés dans les champs de grandes cultures.

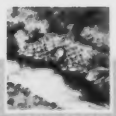


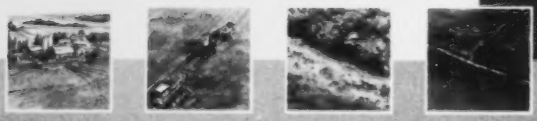
Tableau 3. Profondeur et écartement recommandés pour les drains latéraux dans les champs de cultures commerciales

Code de drainage	Profondeur des drains mm (po)	Écartement des drains Cultures commerciales m (pi)	Drainage de surface requis?	Remarques
1	2	3	4	5
S1	600-650 (24-26)	6-12 (20-40)	Oui	Drainage souterrain impossible, à moins que la structure du sol soit bien définie lorsque le sous-sol est humide
S2	600-700 (24-28)	6-15 (20-50)	Oui	
S3	700-1 000 (28-40)	6-15 (20-50)	Oui	Présence possible de sables mouvants
S4			Oui	Des couches de sol peu profondes limitent l'efficacité des drains
S5	Vérification particulière requise		Oui	Des ouvrages pour régulariser l'écoulement de l'eau pourraient être nécessaires
S6	600 (24)		Oui	La présence de sol peu profond sur assise rocheuse limite les possibilités du tracé du système de drainage
G1	800-1 000 (32-40)	10-15 (33-50)	Non	
G2	850-1 000 (34-40)	10-15 (33-50)	Non	Présence possible de sables mouvants
G3	900-1 200 (36-48)	10-15 (33-50)	Non	Présence possible de sables mouvants

Note : Les loams sableux fins et les loams sableux des classes S3, G2 et G3 nécessitent l'utilisation de filtres protecteurs.

Colonne 1 : Code de drainage

- Contient les deux premiers symboles du code de drainage établis à l'aide du tableau 2.
- Ces symboles indiquent l'origine du surplus d'eau et correspondent à des caractéristiques du drainage du sol (voir le tableau A2).



Colonne 2 : Profondeur des drains

- Valeurs limites quant à la profondeur des tranchées pour les drains latéraux.
- La profondeur choisie doit se situer entre ces valeurs, mais elle dépendra également de la pente du terrain, du profil du sol, de la topographie et de la hauteur de l'émissaire.

Colonne 3 : Écartement des drains latéraux

- Valeurs limites de l'écartement des drains latéraux pour les systèmes de drainage total ou partiel.
- L'écartement choisi dépendra du degré de drainage souhaité pour les cultures envisagées, et la décision sera souvent basée sur des considérations économiques. Étant donné que l'investissement annuel est supérieur dans le cas des cultures commerciales que pour les grandes cultures, l'écartement devra être moindre. L'écartement des drains latéraux dépend aussi de leur profondeur, des dimensions du champ, des cultures et des pratiques culturales ainsi que des propriétés physiques du sol.
- Si on a recours à un drainage partiel pour drainer des zones humides isolées, des zones d'eau de percolation ou des sources, l'écartement des drains n'est généralement pas un facteur important. Il faut toutefois prévoir une éventuelle expansion du système.

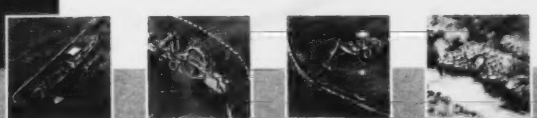
Colonne 4 : Drainage de surface requis

- Indique s'il est recommandé d'avoir un drainage de surface en plus du drainage souterrain, ou si le drainage de surface peut être envisagé pour régler un problème d'excès d'eau en surface.

Colonne 5 : Remarques

- Éléments additionnels à considérer dans le cadre de la conception et de la construction d'un système de drainage souterrain.

Au tableau 3, la profondeur, l'écartement et l'emplacement des drains dépendent de la nature des cultures (petites céréales, plantes fourragères ou cultures commerciales) et de considérations économiques. Ces décisions sont également basées sur certaines caractéristiques du terrain, dont le type de sol, la topographie, l'eau souterraine et les émissaires. De nombreuses combinaisons d'écartement et de profondeur des drains permettent d'obtenir une zone d'enracinement optimale. On doit par ailleurs tenir compte des séries de sols en cause, de la perméabilité et de la stratification du sol, du coefficient de drainage et de l'ampleur du drainage de surface souhaités.



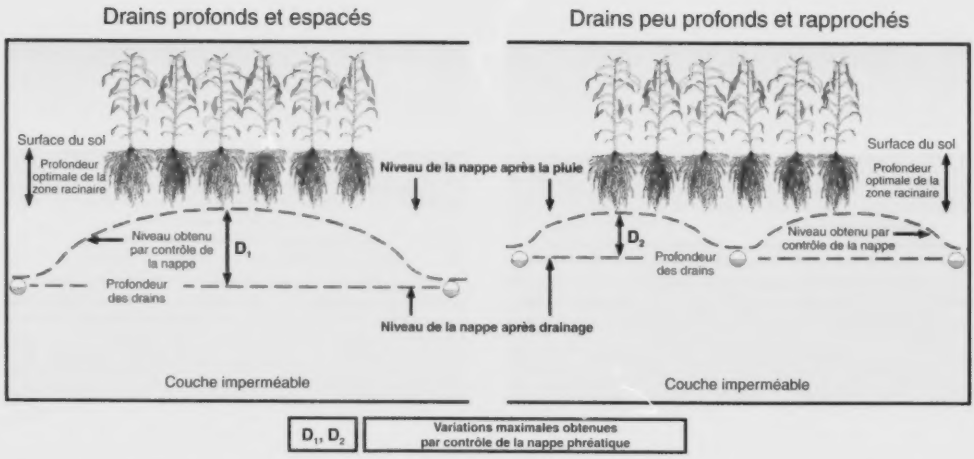


Figure 1. Comparaison entre un système de drains peu profonds et rapprochés et un système de drains profonds et espacés

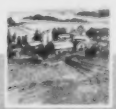
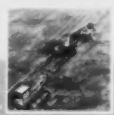
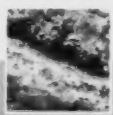
La figure 1 démontre que les résultats obtenus avec des drains profonds et espacés sont semblables à ceux que l'on observe avec des drains peu profonds et rapprochés. Dans un même type de sol, on obtient plus rapidement la profondeur optimale de la zone racinaire avec des drains peu profonds et rapprochés et la quantité d'eau évacuée est moindre.

Écartement maximum – L'écartement maximum des drains latéraux parallèles recommandé est de 15 m (50 pi). Même si les calculs mathématiques d'écartement proposent un écartement plus important, les caractéristiques de drainage ou le niveau de la surface du champ sont rarement assez homogènes pour qu'un écartement supérieur à 15 m assure un égouttement uniforme de ce dernier.

Écartement minimum – L'écartement minimum recommandé des drains latéraux parallèles est de 6 m (20 pi). Le choix de l'écartement minimum relève de considérations économiques. Les drains pourraient devoir être plus rapprochés dans les dépressions légères et dans les champs de cultures spéciales.

Si un système de drainage partiel ou combiné devient nécessaire, il devrait être conçu de manière à ce que son expansion soit éventuellement possible. Le diamètre du collecteur principal et des collecteurs secondaires devrait donc être suffisamment grand pour permettre l'écoulement de l'eau provenant de drains latéraux qui pourraient être ajoutés ultérieurement.

Lorsqu'un système de drainage est utilisé pour l'irrigation souterraine, il importe de tenir compte des caractéristiques du sol pour que le système de drainage soit adéquat (voir la section 1.7).

Exemple de conception d'un système de drainage souterrain
Déterminer la profondeur et l'écartement des drains souterrains à installer sur le lot numéro 9, concession VI, canton de Howick, comté de Huron. La culture principale sera du soya.

Démarche suggérée :

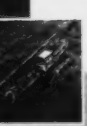
- Situer la ferme sur la carte pédologique du comté de Huron, à l'aide des numéros de lot et de concession. D'après la carte, il s'agit d'un loam Harriston. Le rapport de l'étude de sol indique que l'ensemble du profil de sol est pierreux et que les travaux de drainage pourraient poser problème.
- D'après le tableau 2, le code de drainage de la série de sol Harriston est G1W8.
- Au tableau 3, dans la colonne du groupe de sol G1, on constate que les drains devraient être à une profondeur de 800-1 000 mm (32-40 po). Le soya est une culture commerciale, et l'écartement des drains recommandé, dans ce cas, est de 10-15 m (33-50 pi).
- Il n'est pas nécessaire de drainer le champ en surface. Il pourrait être nécessaire cependant d'installer des puisards à la surface en raison de la topographie irrégulière de ce sol bien drainé. Aucune information additionnelle n'est fournie dans la colonne réservée aux remarques.
- L'écartement des drains est lié au degré de drainage que le producteur souhaite et peut se permettre pour la culture en question. Dans le cas du soya, l'écartement recommandé est d'environ 15 m (50 pi). La profondeur des drains latéraux dépend de l'émissaire et de la topographie des lieux. Plus les drains sont rapprochés, moins ils doivent être installés profondément. Une profondeur de 800 mm (32 po) conviendrait ici.

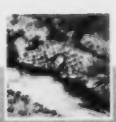
Lorsque les informations techniques sur les caractéristiques du profil de sol et sur ses propriétés sont disponibles, on peut calculer l'écartement des drains latéraux à l'aide d'une équation théorique. On trouvera, à l'annexe B, une formule courante pour calculer l'écartement des drains, qui tient compte des critères de conception. Si l'on a mesuré ou estimé la conductivité hydraulique du sol, l'écartement des drains est calculé à l'aide de l'équation elliptique de S.B. Hooghoudt, Ph.D., qui s'applique aux sols homogènes.

Les recommandations sur la profondeur et l'écartement des drains sont basées sur des données de recherches réalisées en Ontario ainsi que sur l'expérience et les observations directes des experts dans le domaine. Ces recommandations sont révisées selon l'évolution des connaissances.

2.7. Drainage des cultures spéciales

La conception des systèmes de drainage souterrain pour certains types de cultures à haute valeur commerciale, telles que les pépinières, les cultures légumières et fruitières ou le gazon exige une attention particulière. Le supplément à payer pour que les drains latéraux soient plus rapprochés est minime comparativement à la valeur d'un verger. Les recommandations du tableau 4 sont données, pour ce type de cultures, en fonction de l'espacement entre les rangs plutôt que des caractéristiques de sol.

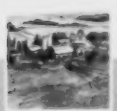
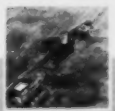
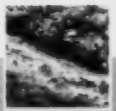




Ce genre de cultures est très sensible aux effets néfastes d'un mauvais drainage. Dans un verger, par exemple, c'est la profondeur du système racinaire qui détermine généralement la taille et la productivité du verger. Par conséquent, on ne devrait trouver que peu d'eau libre dans les premiers 600-1 000 mm (24-40 po), sauf pendant une brève période après une pluie abondante au moment de la floraison et de la nouaison. Il est recommandé d'installer un drain intercepteur à l'extrémité plus élevée du verger afin d'intercepter les eaux souterraines qui pourraient provoquer un écoulement continu dans les drains latéraux et la pénétration des racines dans les drains.

Tableau 4. Profondeur et écartement des drains latéraux pour les cultures spéciales

Culture	Espacement entre les rangs m (pi)	Profondeur des drains mm (po)	Écartement des drains m (pi)	Remarques
1	**2**	**3**	**4**	**5**
Pommiers nains	3 x 4 x 1 ou 1,5 (10 x 13 x 3,3 ou 5)	750 + (30 +)	6-9 (20-30)	Tous les deux rangs. Drainage non nécessaire à certains endroits.
Cerises douces	6 x 3 (20 x 10)	900-1 200 (36-48)	6 (20)	À chaque rang.
Cerises acides	6 x 6 ou 4 (20 x 20 ou 13)	750 + (30 +)	6-12 (20-40)	À chaque rang ou à tous les deux rangs. Drainage non nécessaire à certains endroits.
Raisins	rangs de 2,5-3 m (8-10)	750 + (30 +)	2,5-3 (8-10)	À chaque rang ou à tous les deux rangs dans les zones sableuses.
Pêches, nectarines	6 x 3 (20 x 10)	900-1 200 (36-48)	6 (20)	À chaque rang.
	5 x 3 (16,5 x 10)	900-1 200 (36-48)	5 (16,5)	À chaque rang.
Poires, prunes, abricots	6 x 3 ou 4 (20 x 10 ou 13)	750 (30)	6-12 (20-40)	À chaque rang.
Cultures légumières en sol minéral		750 + (30 +)	4,5-6 (15-20)	Il peut être nécessaire d'installer des puisards dans les zones basses.
Cultures légumières en terre noire		900-1 200 (36-48)	6-12 (20-40)	Utilisation plus fréquente de drains latéraux de plus gros diamètre avec filtres. Voir la section 1.6

2.8 Planification du système de drainage

L'entrepreneur en drainage doit préparer un plan du système de drainage souterrain envisagé qu'il utilisera pour la construction de ce dernier et qui sera ensuite remis au propriétaire pour ses dossiers. L'emplacement des installations privées ou publiques sera par ailleurs indiqué sur le plan qui devra être basé sur les mesures de niveau figurant sur le levé de sol.

Le plan comprendra aussi des détails sur la position, la taille et la pente des drains ainsi que sur les accessoires nécessaires à la construction du système et sur l'emplacement des installations de services publics. Ce plan topographique peut en outre servir à l'évaluation des coûts effectuée par les entrepreneurs en drainage si l'on a recours à un appel d'offres.

Avant les travaux

- Tous les travaux de construction doivent respecter un plan précis dessiné ou conçu avant le début des travaux.
- L'endroit des travaux doit être inspecté par l'entrepreneur et le propriétaire afin que les deux parties s'entendent sur les travaux à effectuer, les installations et les émissaires requis et, le cas échéant, que le propriétaire obtienne les droits de passage et les permis nécessaires (voir la section 1.2 sur les Responsabilités du propriétaire).
- Les deux parties doivent s'entendre sur l'emploi et le coût des ouvrages et consigner l'entente par écrit. Les deux parties doivent également consentir à toutes les modifications apportées au document initial durant la construction et ces dernières doivent être consignées par écrit.

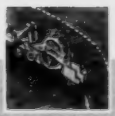
Après les travaux

- Noter tous les changements apportés pendant les travaux ainsi que les obstacles rencontrés qui sont susceptibles d'avoir un effet sur l'entretien futur du système.
- Une fois les travaux terminés, l'entrepreneur doit laisser au propriétaire un plan du système tel qu'il a été installé.
- Il est souhaitable de conserver un exemplaire du plan avec les titres de propriété et d'en remettre un à la municipalité. Une photographie aérienne du système peut également être utile.

2.9 Émissaires

L'eau recueillie par les drains ne doit pas s'écouler à un endroit où des dommages seraient occasionnés à d'autres propriétaires. La présence d'un émissaire acceptable constitue un préalable pour l'installation de tout système de drainage souterrain. L'aménagement des émissaires est traité à la section 8 de ce guide.

Les émissaires sont régis par les lois de l'Ontario sur le drainage et, le cas échéant, les ententes en rapport avec les émissaires doivent être enregistrées légalement afin de protéger les deux parties concernées. Les considérations et procédures juridiques nécessaires à l'obtention d'un émissaire sont décrites dans la fiche technique du MAAARO, *La réglementation sur le drainage*, commande nº 94-095.



2.10 Coefficient de drainage

Le coefficient de drainage représente la vitesse à laquelle l'eau provenant du profil de sol peut s'écouler dans le collecteur principal dans un endroit donné. Il s'agit d'une valeur choisie de façon à ce que les cultures à venir soient adéquatement drainées; elle est exprimée en mm/jour (po/jour). On utilise ce coefficient pour calculer le diamètre des drains requis et, de façon moins courante, pour déterminer l'écartement des drains.

Il peut être nécessaire que le coefficient de drainage soit plus élevé dans les cas suivants :

- lorsqu'il s'agit de cultures à haute valeur commerciale,
- lorsque les cultures présentent une plus faible tolérance aux conditions humides,
- dans les sols à texture grossière,
- lorsque le drainage de surface est mauvais ou imparfait,
- lorsque les dates de semis et de récoltes sont déterminantes.

Les coefficients de drainage ci-desssous sont recommandés pour le drainage souterrain des sols minéraux de l'Ontario, dans des conditions normales d'égouttement en surface, et lorsque l'eau de surface ne doit pas s'écouler directement dans les drains souterrains. Appliquer ces critères uniquement à la zone humide à drainer. Augmenter la superficie à drainer de manière à tenir compte du ruissellement de surface provenant de terrains plus élevés et des usages futurs possibles.

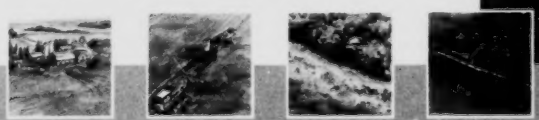
- 9 mm/jour (⅜ po/jour) pour les plantes fourragères de plus grande valeur et les cultures céréalières en général,
- 12 mm/jour (½ po/jour) pour les cultures commerciales,
- 20 mm/jour (¾ po/jour) pour les cultures spéciales de grande valeur.

Quand l'eau de surface s'écoule dans un drain souterrain, le taux d'écoulement correspond :

- au coefficient de drainage établi selon les critères du paragraphe précédent,
- plus 25 mm/jour (1 po/jour) pour la superficie qui se draine dans les bouches de surface,
- plus 15 mm/jour (⅝ po/jour) pour la superficie qui se draine dans les tranchées filtrantes.

Utiliser ces critères dans le cas de la surface du bassin hydrographique vraisemblablement à l'origine de l'eau superficielle qui s'égoutte dans la bouche de surface. Ce calcul est présenté à l'exemple 2 de la section 2.11. Cette recommandation s'applique à toutes les cultures, sauf aux cultures légumières de grande valeur qui présenteraient des mouchetures en présence d'eau stagnante à la surface. Pour ces cultures, installer des puisards dans les zones basses et assurer un coefficient de drainage de 35 mm/jour (1⅜ po) dans la superficie d'où s'égoutte l'eau de surface dirigée vers la bouche de surface.

Note : Dans presque tous les cas, le débit dépend du diamètre du drain plutôt que du type de puisard, à moins que des clapets soient utilisés dans le tuyau ascendant.



2.11 Choix du diamètre des collecteurs principaux

Le diamètre d'un drain collecteur dépend de sa pente, de la rugosité de sa paroi interne et du volume d'eau qu'il doit transporter en 24 heures. Le volume d'eau est lié aux propriétés physiques du sol, à la profondeur et à l'écartement des drains ainsi qu'à la superficie à drainer. Au moment de planifier un système de drainage partiel ou mixte, choisir des dimensions de collecteurs principaux et secondaires qui permettraient d'évacuer l'eau comme s'il s'agissait d'un système de drainage complet.

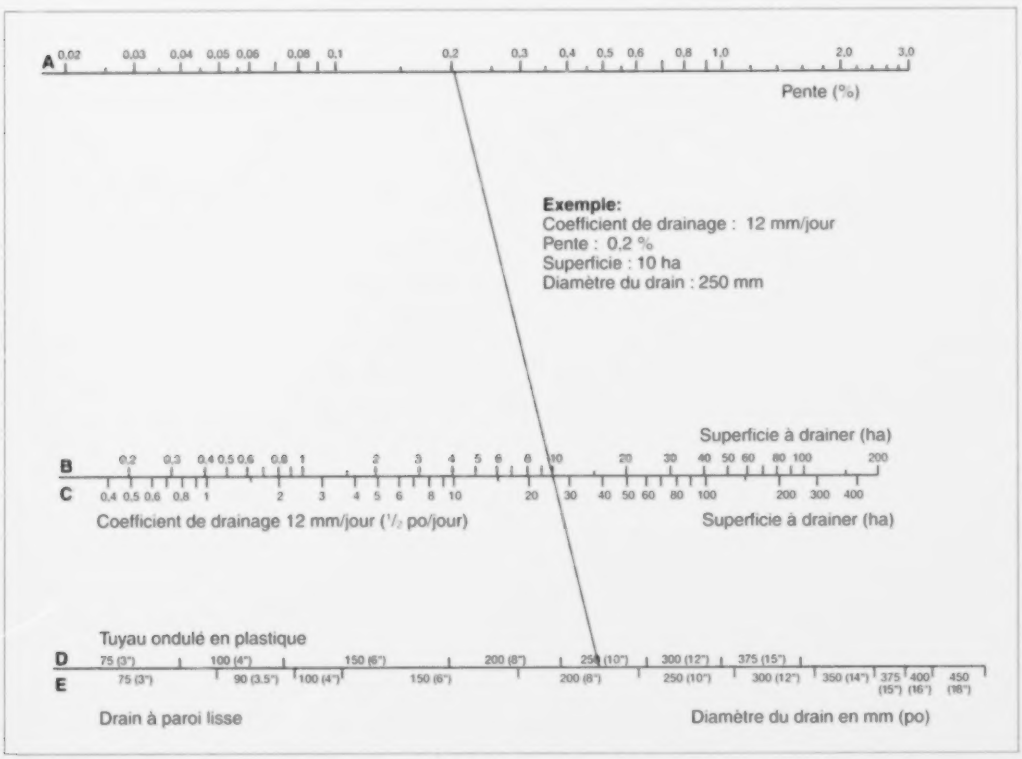
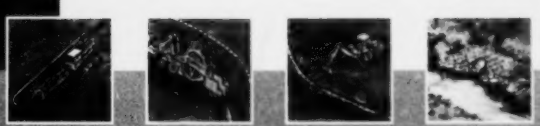


Figure 2. Monogramme pour le choix du diamètre des collecteurs principaux

Détermination du diamètre du collecteur principal

Ce guide présente deux méthodes de calcul du diamètre du collecteur principal : une méthode qui utilise un monogramme et une autre qui utilise un graphique.



Détermination du diamètre à l'aide d'un monogramme (figure 2)
Tracer une ligne entre la valeur de la pente suggérée pour les drains (A) et la superficie à drainer (B) correspondant à un coefficient de drainage (C) de 12 mm/jour (½ po/jour). Prolonger cette ligne jusqu'à l'intersection avec la ligne qui indique le diamètre du drain, soit (D) dans le cas d'un tuyau ondulé en plastique ou (E) dans le cas d'un tuyau de plastique non perforé, d'un drain en terre cuite ou d'un drain en béton.

Par exemple, un collecteur principal ayant une pente de 0,2 % (0,2 m/100 m ou 0,2 pi/100 pi) et servant d'exutoire à 10 ha (25 ac) de terrain, avec un coefficient de drainage de 12 mm (½ po)/jour, devra avoir un diamètre de 250 mm (10 po) s'il s'agit d'un tuyau de plastique ondulé (D), ou de 200 mm (8 po) dans le cas d'un tuyau non perforé en plastique, en terre cuite ou en béton (E).

On peut également utiliser la figure 2 pour trouver d'autres coefficients de drainage qui ne sont pas indiqués sur la figure.

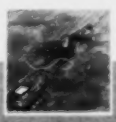
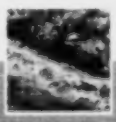
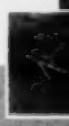
Ainsi, un coefficient de drainage de 25 mm (1 po)/jour représente à peu près le double du coefficient de 12 mm (½ po)/jour utilisé plus haut. Doubler alors la superficie à drainer de manière à ce qu'elle soit de 20 ha (50 ac) et tracer une ligne droite de 0,2 en (A) jusqu'à 20 ha (50 ac) en (C) et lire le diamètre requis en (D) ou (E). Pour obtenir les solutions correspondant à d'autres coefficients de drainage, utiliser les facteurs de conversion suivants :

Coefficient de drainage mm (po)	Facteur de conversion
9 (⅜)	1,5 x superficie
12 (½)	1,0 x superficie
20 (¾)	0,75 x superficie
25 (1)	0,50 x superficie
35 (1½)	0,33 x superficie

Détermination du diamètre à l'aide d'un graphique (figures 3, 4, 5 et 6)
L'autre méthode suggérée pour déterminer le diamètre des collecteurs principaux procure des renseignements supplémentaires sur la vitesse et le débit de l'eau dans le tuyau. Ces informations peuvent être utiles au moment de la conception du système. Cette méthode est utilisée dans le cas des drains dont le diamètre est élevé et pour les surfaces non indiquées à la figure 2.

Trouver la superficie à drainer, en hectares, à la figure 3. Tracer une ligne verticale jusqu'à la ligne diagonale qui représente le coefficient de drainage requis. De là, tracer une ligne horizontale vers la gauche pour obtenir le débit du drain en l/s.

Prendre le débit du drain déterminé à la figure 3, et le transposer du côté gauche de la figure 4, s'il s'agit d'un drain en plastique ondulé, de la figure 5 si on utilise des drains en terre cuite ou en béton, ou de la figure 6, dans le cas de tuyaux non perforés en plastique. Suivre une ligne horizontale vers la droite jusqu'à l'intersection avec la ligne verticale qui indique la pente du drain. L'intersection de ces deux lignes donne le diamètre du drain et la vitesse d'écoulement quand le drain fonctionne à plein régime.

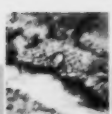
Exemple 1 : Un collecteur principal ayant une pente de 0,2 % (0,2 m/100 m ou 0,2 pi/100 pi) est utilisé comme exutoire à 10 ha (25 ac) de terrain, avec un coefficient de drainage de 12 mm (½ po)/jour.

Une superficie drainée de 10 ha (25 ac) avec un coefficient de drainage de 12 mm (½ po)/jour, à la figure 3, donne un débit de 14 l/s. À partir d'une valeur de débit de 14 l/s à la figure 4, se déplacer horizontalement vers la droite jusqu'à la valeur de pente 0,2; le diamètre requis pour un tuyau ondulé en plastique est de 250 mm (10 po). De même, à partir d'une valeur de débit de 14 l/s à la figure 5, suivre une ligne horizontale vers la droite jusqu'à une valeur de pente de 0,2; le diamètre requis pour un tuyau en terre cuite ou en béton est de 200 mm (8 po). La figure 6 donne les valeurs correspondantes dans le cas d'un tuyau en plastique non perforé.

Exemple 2 : Un système de drainage souterrain doit être aménagé pour une parcelle de cultures commerciales de 20 ha (50 ac). Une tranchée filtrante est mise en place dans une zone basse d'un hectare (2,5 ac). De plus, un puisard à l'extrémité du champ intercepte l'eau de surface qui s'écoule d'une propriété voisine de 4 ha (10 ac). Si la pente est de 0,5 %, quel doit être le diamètre du collecteur?

Selon la méthode décrite à la section 2.10, déterminer le débit total en utilisant la figure 3.
Débit du collecteur principal :

- 20 ha @ 12 mm/jour = 28 l/s
- 1 ha @ 15 mm/jour = 2 l/s
- 4 ha @ 25 mm/jour = 12 l/s



Le débit total du collecteur principal est de 42 L/s. À partir d'une valeur de débit de 42 L/s à la figure 4, se déplacer vers la droite jusqu'à une valeur de pente de 0,5 %; le diamètre requis pour un tuyau de plastique ondulé est alors de 300 mm (12 po). De même, à partir d'une valeur de débit de 42 L/s, à la figure 5, suivre une ligne horizontale vers la droite jusqu'à une valeur de pente de 0,5 % ; le diamètre requis pour un tuyau en terre cuite ou en béton est cette fois de 250 mm (10 po). La figure 6 donne les valeurs correspondantes dans le cas d'un tuyau en plastique non perforé.

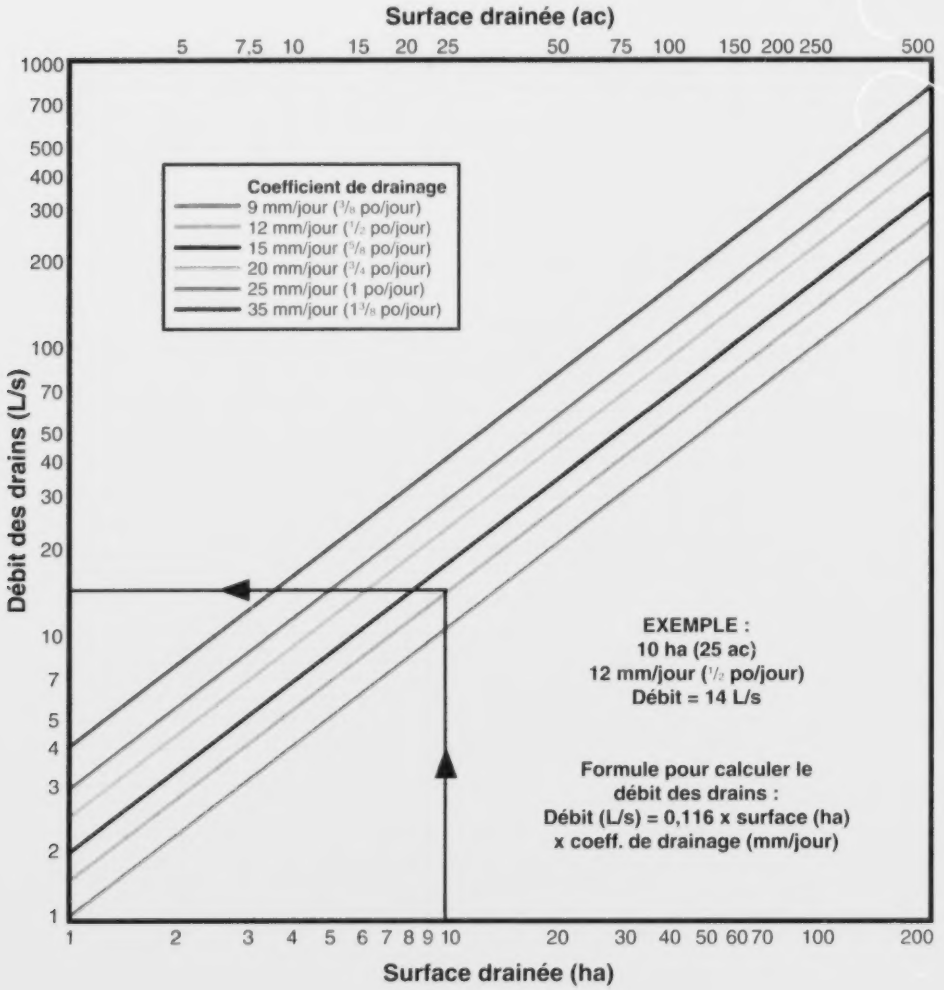
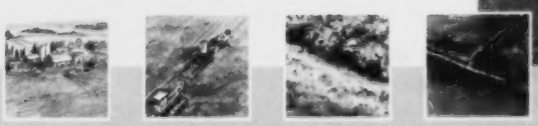


Figure 3. Débit des drains en fonction de la surface drainée



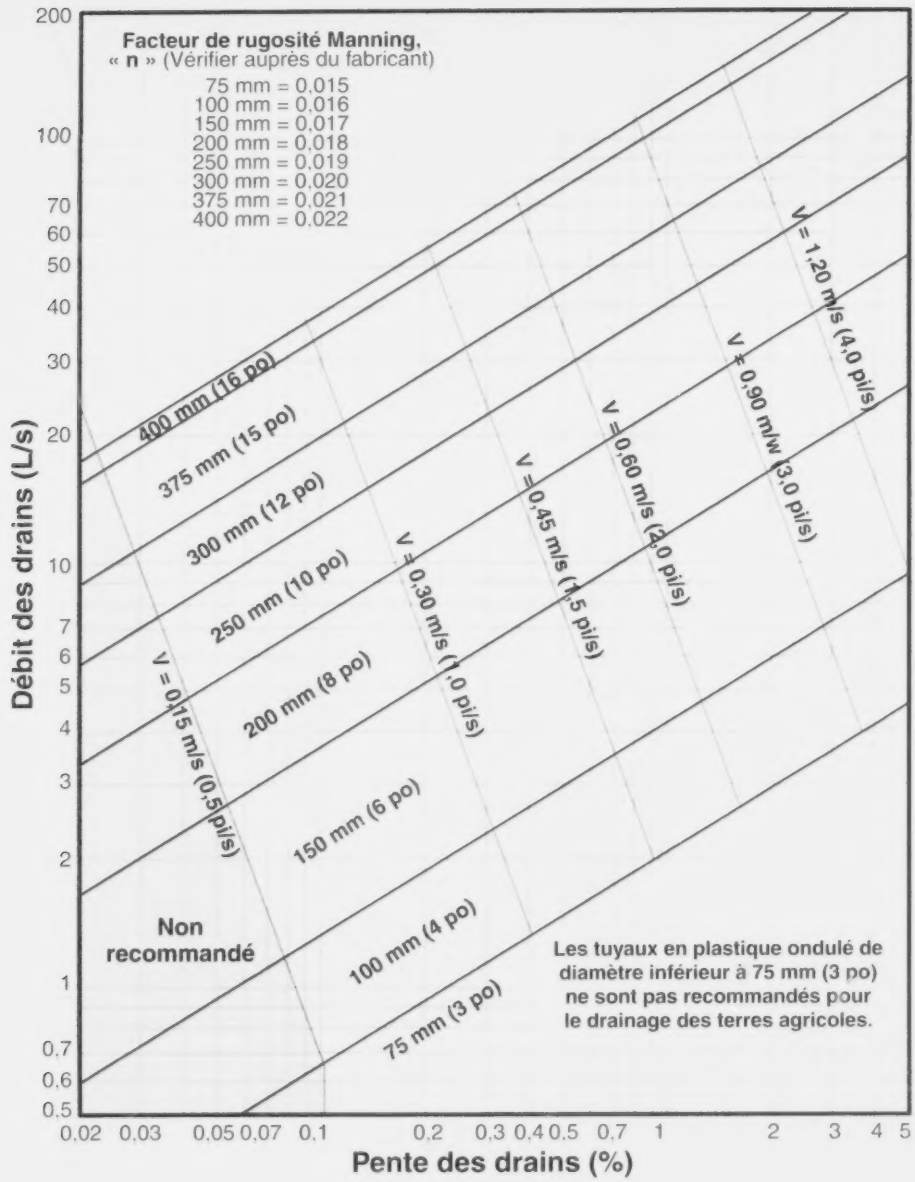
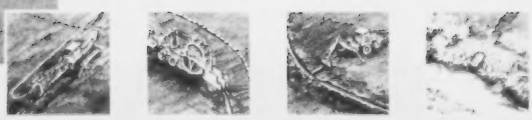


Figure 4. Diamètre des tuyaux en plastique ondulé



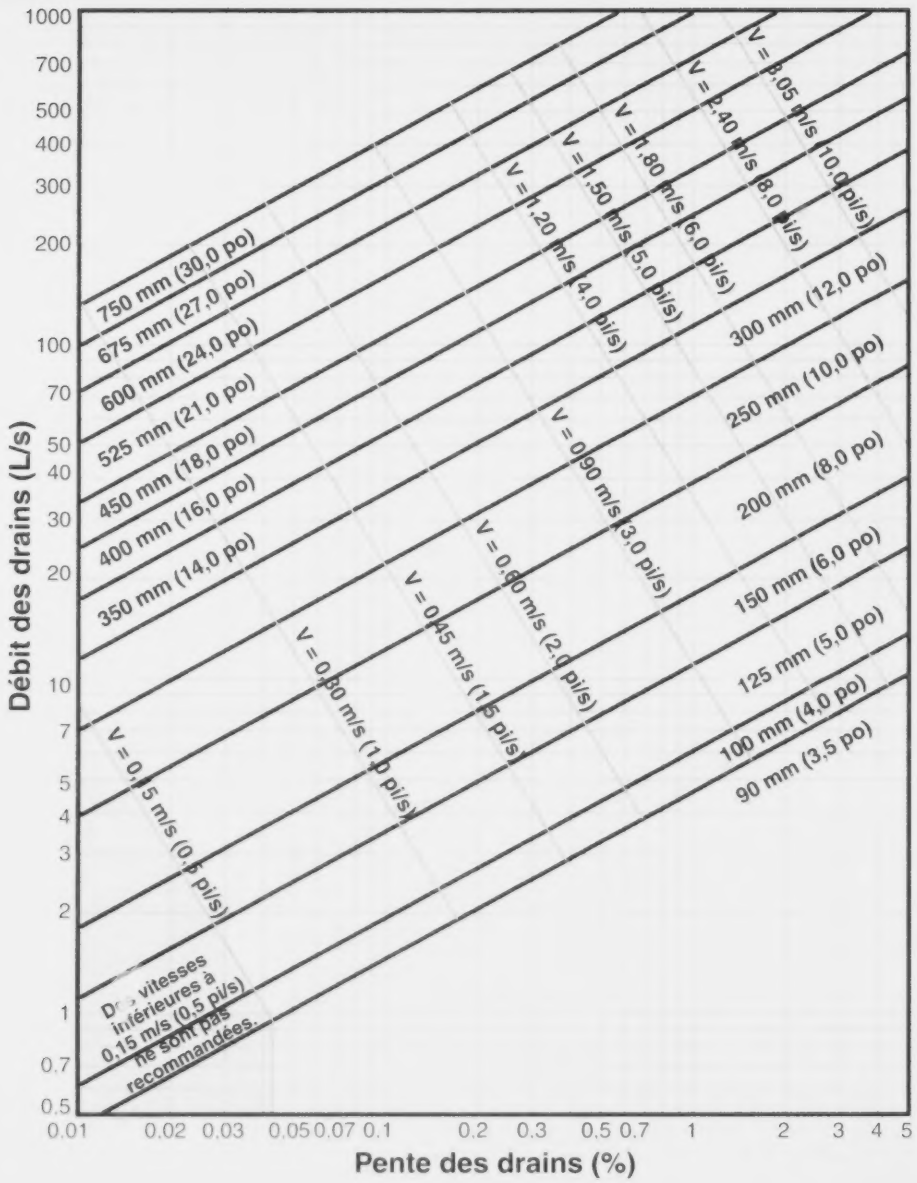
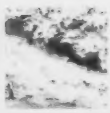


Figure 5. Diamètre des drains en béton et en terre cuite



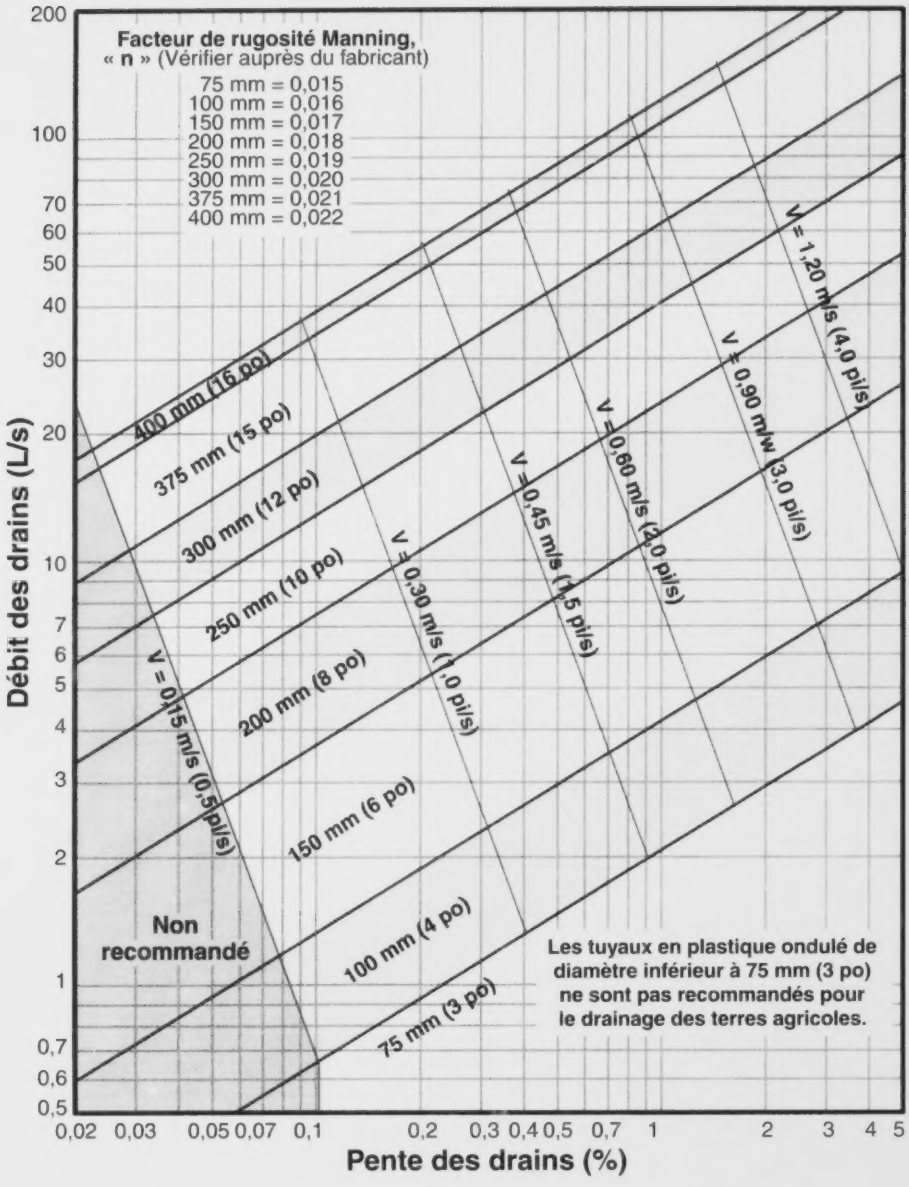
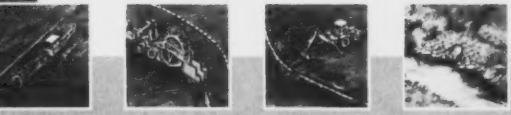


Figure 4. Diamètre des tuyaux en plastique ondulé



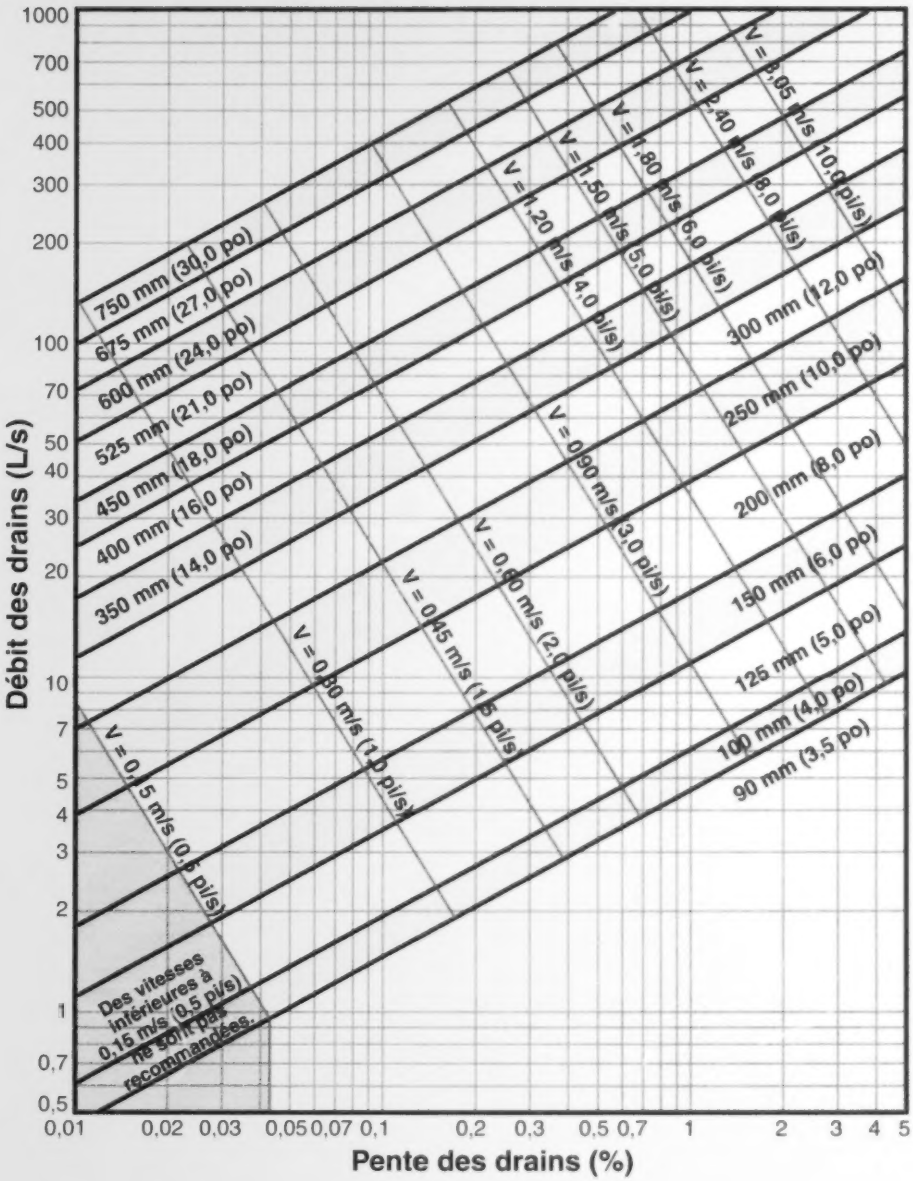
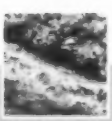
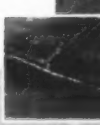


Figure 5. Diamètre des drains en béton et en terre cuite

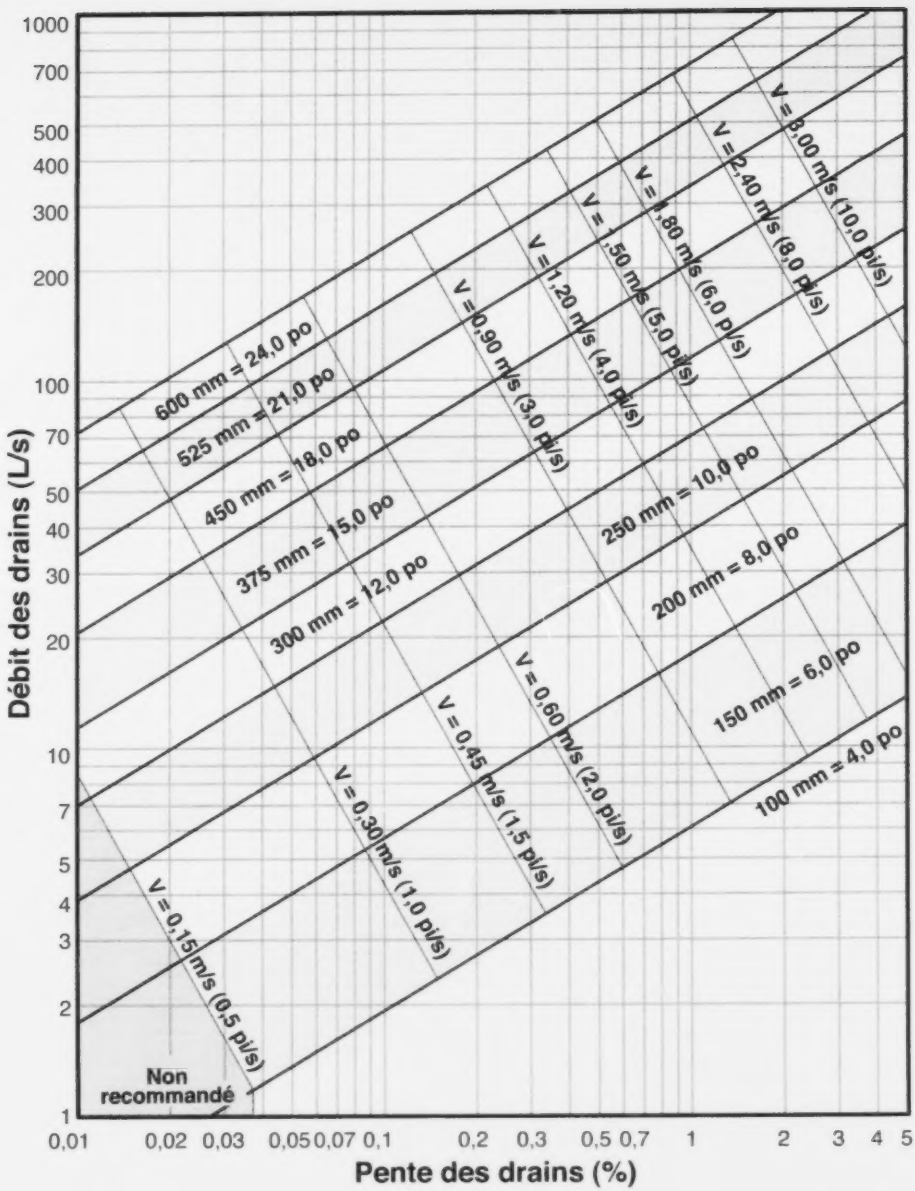
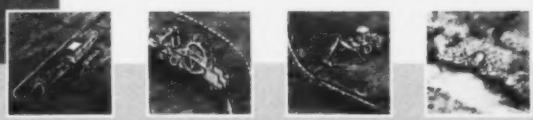


Figure 6. Diamètre des tuyaux non perforés en plastique



Le facteur de rugosité Manning utilisé dans les calculs de la figure 5 pour les tuyaux en terre cuite et en béton et à la figure 6 pour les tuyaux non perforés en plastique est de 0,011. La figure 4 (tuyaux ondulés en plastique) a été établie à l'aide des facteurs de rugosité Manning suivants :

- 75 mm (3 po) ‣ 0,015
- 100 mm (4 po) ‣ 0,016
- 150 mm (6 po) ‣ 0,017
- 200 mm (8 po) ‣ 0,018
- 250 mm (10 po) ‣ 0,019
- 300 mm (12 po) ‣ 0,020
- 375 mm (15 po) ‣ 0,021
- 400 mm (16 po) ‣ 0,022

Source : Friction factors for corrugated plastic drainage pipe. Ross W. Irwin et Jiri Motycka. Journal of Irrigation and Drainage. A.S.C.E., Vol. 105, No. I, 29 - 36, 1979.

Le diamètre requis D (mm) pour un plus gros drain peut être obtenu à partir de l'équation suivante :

$$D = 122.6\,(D_c An)^{0.375} s^{-0.1875}$$

D_c = coefficient de drainage (mm)
A = surface drainée (ha)
n = facteur de rugosité Manning
s = pente à %

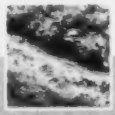
On peut estimer le taux d'écoulement des gros drains ondulés en plastique à l'aide de l'équation suivante :

$$Q = 7.56\,D^{2.5}\,s^{0.5}(R/\lambda)^{0.81}$$

Q = débit de l'écoulement (m^3/s)
D = diamètre intérieur du tuyau de drainage (m)
s = pente hydraulique (m/m)
λ = espace entre les ondulations (m)
R = rayon intérieur du tuyau de drainage (m)

Source : Corrugated Pipeflow Rate from Pipe Geometry. R.W. Irwin. ASCE Journal. Irrigation. & Drainage. 110: #2. 237-241. juin 1984.

Le diamètre minimum d'un collecteur principal de diamètre peu élevé est de 100 mm (4 po). Lorsqu'on utilise un collecteur principal ou secondaire de cette dimension, on ne doit utiliser que 75 % des capacités indiquées aux figures 4, 5 ou 6. Le recours à ces valeurs moindres permet de tenir compte des pertes éventuelles attribuables à l'accumulation de sédiments, à la rugosité des raccordements, etc.



2.12 Interception des écoulements souterrains

Les drains intercepteurs doivent être installés de façon à traverser la pente et à intercepter les écoulements souterrains avant que ces derniers n'atteignent la surface du sol. Placer le drain en amont de la pente d'où proviennent les écoulements, perpendiculairement à la direction de l'écoulement et à proximité de la couche imperméable sur laquelle les eaux souterraines s'écoulent.

Lorsque l'eau remonte verticalement vers les drains, ceux-ci doivent être plus profonds et plus rapprochés dans la zone humide. On peut également envisager d'installer un drain transversal entre les drains latéraux, dans cette zone, et de remblayer avec du gravier.

Déterminer le diamètre et la capacité des drains intercepteurs uniques dans les systèmes de drainage partiel à partir des figures 4, 5 ou 6 lorsqu'ils sont conçus pour les capacités d'absorption figurant au tableau 5.

Tableau 5. Capacité d'absorption d'eau des drains intercepteurs

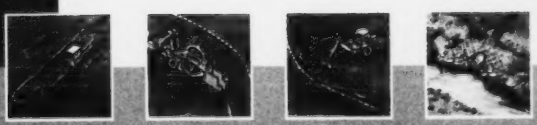
Texture du sol	Absorption par 100 m de drain (L/s)[12]
Sable grossier et gravier	1,0-3,5
Loam sableux	0,5-1,5
Loam limoneux	0,2-0,75
Argile et loam argileux	0,02-0,50

[1] Rajouter aux valeurs ci-dessus, l'eau provenant de sources, ou bien l'eau de surface captée par un puisard ou une tranchée filtrante. Ces valeurs doivent être mesurées ou estimées.
[2] La quantité d'eau captée sur les pentes par les drains intercepteurs doit être augmentée de 10 % pour les pentes de 2 à 5 %, de 20 % pour les pentes de 5 à 12 % et de 30 % pour les pentes de plus de 12 %.

Source : Drainage by the Interception Method, E.W. Gain, US-SCS 1951. VA-ASAE.

Pour déterminer la quantité totale d'eau à capter par le drain intercepteur à partir du tableau 5, situer cette valeur sur le côté gauche des figures 4, 5 ou 6. Se déplacer horizontalement vers la droite jusqu'à l'intersection avec la pente des drains. Le point de rencontre des deux lignes indique le diamètre requis pour les drains.

Supposons, par exemple, que la quantité d'eau totale à absorber par le drain intercepteur dans un loam sableux soit de 1,50 L/s. Le débit d'un drain de 500 m (1640 pi) interceptant une pente de 7 % correspond à 1,50 x (500 ÷ 100) = 7,5 L/s pour une pente de moins de 2 %. Cette valeur doit être augmentée de 20 % si la pente est de 7 %, soit 7,5 x 0,20 = 1,5 L/s. Le débit du drain équivaut alors à 7,5 + 1,5 = 9,0 L/s. Selon les données de la figure 4, le diamètre requis pour un drain en plastique ondulé est de 200 mm (8 po) si la pente est de 0,5 %.



2.13 Diamètre minimal des drains latéraux

Diamètre minimal conseillé pour un drain latéral :

- 100 mm (4 po) pour les tuyaux ondulés en plastique,
- 90 mm (3,5 po) pour les tuyaux en terre cuite,
- 75 mm (3 po) si la pente engendre une vitesse nette d'écoulement supérieure à 0,15 m/s (0,5 pi/s) (voir le tableau 7).

Bien que cela ne soit pas généralement recommandé, on peut utiliser un tuyau de plastique ondulé de 50 mm (2 po) en certaines circonstances ou pour des conditions de sol particulières (les sols S1, par exemple, les terrains de jeux, les pelouses, etc.).

2.14 Longueur des drains latéraux

La longueur maximale d'un drain latéral est limitée par la zone à drainer. Situer la pente du drain sur les figures 4, 5 ou 6 et déterminer le débit correspondant au diamètre du drain qui doit être installé.

Situer ce débit sur la figure 3 et évaluer la surface à drainer en hectares (ha). Calculer la longueur maximale du drain, L (m), à l'aide de l'équation suivante où S représente l'écartement entre les drains latéraux.

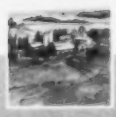
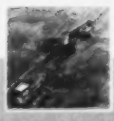
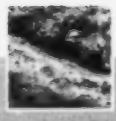
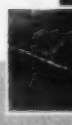
Mesures métriques : L (m) = surface (ha) x 10 000/S (m)
Mesures impériales : L (pi) = surface (ac) x 43 560/S (pi)

La longueur minimale des drains latéraux est habituellement supérieure au double de l'écartement des drains. Consulter le tableau C1 pour calculer la quantité de tuyaux nécessaires pour drainer une superficie donnée.

2.15 Profondeur des drains et remblayage

La profondeur des drains correspond à la distance entre la surface du sol et le fond de la tranchée. Le remblai représente la distance entre la surface du sol et le haut du tuyau de drainage (voir la figure 7).

La profondeur des drains dépend de bon nombre de facteurs. Il est important de bien examiner le profil du sol avant de décider de la profondeur des drains (voir la figure A1). Celle-ci devrait se situer dans les intervalles recommandés aux tableaux 3 ou 4. Il est important de se rappeler, au moment de la planification du système, que les coûts d'installation augmentent souvent avec la profondeur des drains.

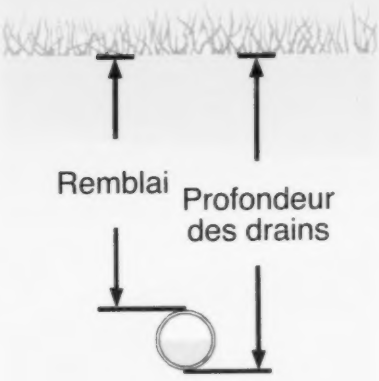


Figure 7. Profondeur des drains et remblayage

La profondeur des drains dépend des paramètres suivants :

- la profondeur des émissaires,
- la zone racinaire minimale requise pour les cultures ayant des racines superficielles,
- les propriétés physiques du sol,
- la nécessité de protéger les tuyaux de drainage contre les dommages qui pourraient être causés par la machinerie agricole,
- la pierrosité du profil de sol,
- l'écartement des drains latéraux.

Dans les sols sableux de texture moyenne à grossière, les drains latéraux ne doivent pas être plus profonds que 750 mm (30 po).

Le remblai minimal des collecteurs principaux ayant un diamètre maximal de 150 mm (6 po) est de 600 mm (24 po), et de 750 mm (30 po) lorsque le diamètre des drains est égal ou supérieur à 200 mm (8 po).

Le remblai minimal des drains latéraux est de 600 mm (24 po) afin de prévenir les bris causés par la machinerie agricole. Par contre, un remblai minimal de 500 mm (20 po) est acceptable si l'écartement entre les drains latéraux est corrigé et si aucune machinerie lourde n'est appelée à traverser les lignes de drainage, dans les conditions énumérées ci-dessous :

- pour des sols ayant une faible perméabilité,
- là où le roc, les pierres, le sable ou le sol dense ne permettent pas une tranchée plus profonde,
- dans les zones basses ou d'eau stagnante qui présentent un problème d'évacuation,
- là où la profondeur des émissaires est limitée et ne peut pas être corrigée,
- là où les drains sont utilisés pour l'irrigation souterraine.

S'il est impossible de remblayer à la hauteur minimale prescrite, utiliser des drains continus rigides hautement résistants et perforés, et mettre de la terre au-dessus de l'endroit en question jusqu'à ce que le remblayage soit satisfaisant.

Les tuyaux de drainage conformes aux normes décrites à la section 6 résisteront à la poussée de la terre jusqu'à 2 m (6,5 pi) de profondeur s'ils sont installés dans des tranchées ouvertes ou fermées qui ne dépassent pas 500 mm (20 po) de largeur. Les tranchées creusées en Ontario par des excavatrices conventionnelles ne dépassent normalement pas ces valeurs maximales de remblayage. Si ces tranchées doivent être très profondes et larges, consulter un ingénieur en drainage qui a de l'expérience dans l'aménagement des drains en profondeur.

Installer les drains de manière à ce que la charge permanente due au sol, aux impacts et aux charges mobiles de la machinerie ne dépasse pas la résistance minimale du tuyau de drainage. Le tableau 6 donne les pourcentages de charges mobiles et des charges dues aux impacts transmis aux drains dans le cas d'une tranchée à parois verticales.

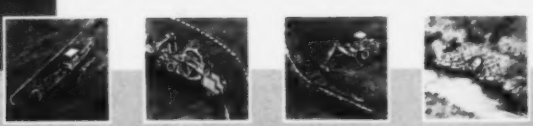


Tableau 6. Pourcentage de la charge de surface transmise aux drains enterrés

	Largeur de la tranchée à la partie supérieure du drain			
Remblai	**300 mm** (12 po)	**600 mm** (24 po)	**900 mm** (36 po)	**1 200 mm** (48 po)
600 mm (24 po)	8 %	14 %	18 %	21 %
900 mm (36 po)	4 %	8 %	11 %	14 %
1 200 mm (48 po)	3 %	5 %	7 %	9 %
1 500 mm (60 po)	2 %	3 %	5 %	6 %

2.16 Pente des drains

Installer les drains latéraux souterrains en pente régulière et à une profondeur aussi uniforme que la topographie du terrain le permet. Sur le plan, la pente du drain est censée être parallèle à la ligne piézométrique et on suppose que cette dernière reste à l'intérieur du drain, c'est-à-dire que le drain ne coule pas à plein régime lorsqu'il est sous pression. En terrain plat, placer les drains le plus en pente possible sans réduire pour autant le remblayage requis (voir la section 2.15).

Pente minimale des drains

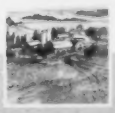
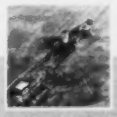
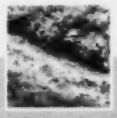
Les pentes minimales des drains sont indiquées au tableau 7. Dans la mesure du possible, choisir une pente suffisante pour permettre une vitesse d'écoulement de 0,45 m/s (1,5 pi/s). Si cette vitesse ne peut être atteinte, intégrer des fosses à sédiments dans le système de drainage. Là où il n'y a pas de risque de sédimentation, choisir une pente minimale basée sur une vitesse d'écoulement de 0,15 m/s (0,5 pi/s). Éviter les contre-pentes; il est toutefois permis de faire des interpolations entre les valeurs fournies.

Tableau 7. Pente minimale recommandée

Diamètre du drain	Drains non sujets à la sédimentation*		Drains sujets à la sédimentation	
	Tuyau lisse**	**Tuyau ondulé**	**Tuyau lisse****	**Tuyau ondulé**
1	2	3	4	5
75 mm (3 po)	0,08 %	0,10 %	0,48 %	1,0 %
100 mm (4 po)	0,05 %	0,08 %	0,32 %	0,7 %
150 mm (6 po)	0,025 %	0,06 %	0,18 %	0,5 %
200 mm (8 po)	0,02 %	0,04 %	0,12 %	0,4 %
250 mm (10 po)	0,018 %	0,035 %	0,09 %	0,3 %
300 mm (12 po)	0,012 %	0,03 %	0,07 %	0,25 %

* Les pentes indiquées aux colonnes 2 et 3 permettent une vitesse minimale d'écoulement de 0,15 m/s (0,5 pi/s) à plein régime. Les pentes indiquées aux colonnes 4 et 5 permettent une vitesse d'écoulement 0,45 m/s (1,5 pi/s) à plein régime.

** Drains bien alignés, en terre cuite, en béton et en plastique à parois lisses.

Pente maximale des drains

Les pentes maximales des drains sont indiquées au tableau 8. Ces valeurs s'appliquent aux collecteurs principaux, à plein régime, mais non sous pression et ne doivent pas engendrer des vitesses excédant les valeurs indiquées ci-dessous :

Tableau 8. Vitesse d'écoulement maximale permise dans le drain

Texture du sol	Vitesse m/s (pi/s)
Sable – loam sableux	1,0 (3,3)
Limon – loam limoneux	1,5 (5,0)
Loam limono-argileux	1,75 (5,75)
Argile et loam argileux	2,0 (6,6)
Sable grossier et gravier	2,5 (8,2)

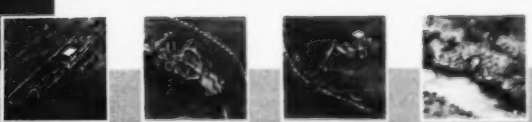
Lorsque ces vitesses sont dépassées, prendre des précautions afin d'éviter que le sol se déplace. Les vitesses d'écoulement sont déterminées à partir des figures 4, 5 ou 6. On peut interpoler entre les valeurs pour les autres sols. Le drainage est plus efficace si la pente maximale des drains latéraux ne dépasse pas 2 %.

Disposition des drains collecteurs dans les pentes raides

- Une pente abrupte est définie comme une pente sur laquelle un tuyau de drainage partiellement rempli coulera avec une valeur du nombre de Froude ($F = V/(gD)^{½}$ supérieure à 1, où g = 9,8. La vitesse minimale V, en m/s, est égale à 3,13 $D^{½}$, où D est le diamètre du tuyau en mètres.
- Prévoir des drains collecteurs plus courts sur les pentes raides de manière à ce qu'ils fonctionnent à moitié de leur capacité.
- Quand un drain fonctionne à la moitié de sa capacité et que la pente est comprise entre 1 et 4 %, en sol sableux, entre 2 et 6 % dans un limon ou un loam, et entre 6 et 15 % en sol argileux, utiliser des tuyaux continus non perforés, puis enrober et protéger les raccordements. Tasser fermement le sol autour du drain.
- Dans le cas des drains qui fonctionnent à plein régime, avec une la pente supérieure à 1 % en sol sableux, à 2 % dans un limon ou un loam, et à 6 % en sol argileux, utiliser un tuyau continu non perforé.
- Installer une bouche d'aération dans le haut des pentes abruptes pour éviter une pression négative dans le drain (voir la section 3.10).
- Installer un évent régulateur de pression au pied des pentes abruptes à moins que le contenu du drain ne se déverse directement dans un fossé ouvert (voir la section 3.10).

2.17 Tracés de systèmes de drainage souterrain

Un système de drainage souterrain a pour but de faciliter l'assèchement uniforme de la surface du champ afin que les cultures ne souffrent pas d'un excès d'eau et que les travaux agricoles puissent s'effectuer normalement dans les champs. Le tracé du réseau de drainage dépend de la topographie du terrain ainsi que des obstacles qui s'y trouvent, notamment les canalisations



souterraines (pipelines), les pylônes électriques, les fossés, les pierres, les bâtiments agricoles et les sites d'entreposage du fumier. Le tracé des drains latéraux doit être simple, de manière à ce que les coûts d'installation et d'entretien soient raisonnables sans compromettre les objectifs de drainage.

On distingue habituellement deux grands types de tracés de drainage souterrain : le drainage *systématique* ou *complet* et le drainage *irrégulier* ou *partiel*. En pente uniforme, le drainage est plus efficace si l'on installe un système de drains parallèles dont l'écartement est régulier et qui sont raccordés à un collecteur principal. Le drainage systématique est également recommandé dans les champs dont les pentes ne sont pas uniformes en y ajoutant cependant des collecteurs secondaires et principaux. Dans les terrains vallonnés, les drains latéraux sont disposés de manière à recouper la pente afin d'intercepter l'eau lorsqu'elle s'écoule naturellement vers le bas de la pente.

Drainage systématique (voir la figure 8A)

- Le drainage systématique permet de drainer uniformément une superficie donnée.
- Traditionnellement, les drains latéraux étaient installés en échiquier, à angles droits par rapport aux extrémités du champ.
- Les systèmes actuels sont à angle par rapport aux limites du champ et perpendiculairement à la pente ou à la direction normale des travaux de culture.

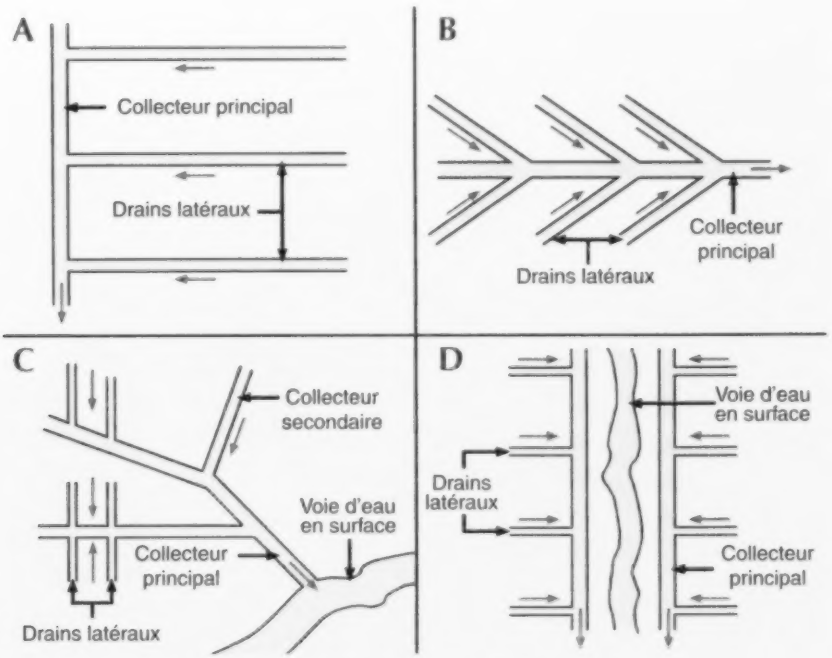
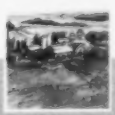
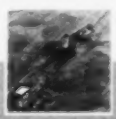
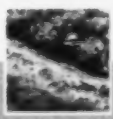


Figure 8. Modèles de tracés de drainage souterrain

Drains en arêtes de poisson (voir la figure 8B)

- Ce type de tracé, lorsqu'il est utilisé dans les terrains en pente, exige un plus grand nombre de raccordements, ainsi que des drains latéraux plus courts et ses coûts d'installation sont plus élevés.

Drainage irrégulier (voir la figure 8C)

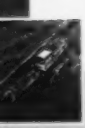
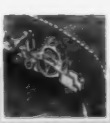
- Les tracés irréguliers conviennent aux terrains vallonneux qui présentent des zones humides isolées.
- Le collecteur principal doit être placé dans une dépression.
- Installer quelques drains latéraux et poser des embranchements dans les dépressions entre les vallons.
- Prévoir un éventuel agrandissement du système au moment de déterminer les dimensions et l'emplacement du collecteur principal.

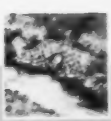
Drainage à double collecteur principal (voir la figure 8D)

- Ce type de tracé est utilisé en présence d'un ruisseau, d'un chemin de ferme, d'un pipeline ou d'un obstacle quelconque.
- Le coût d'un deuxième collecteur principal peut être dissuasif.
- Utiliser des drains intercepteurs pour capter l'écoulement de l'eau avant qu'il n'atteigne la surface du sol, généralement en flanc de colline (voir la section 2.12).

2.18 Vérifications initiales

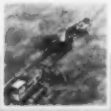
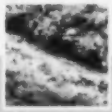
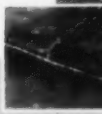
- Parcourir à pied la surface à drainer afin de vérifier la présence possible d'émissaires et de repérer les dépressions, les buttes et les méthodes culturales employées précédemment.
- Évaluer le profil de sol pour déterminer sa capacité d'égouttement et repérer les problèmes de construction liés à la présence de sable très fin, de gravier, de grosses pierres, d'une assise rocheuse peu profonde, de dépôts d'ocre ou d'une nappe phréatique élevée.
- Examiner la surface à drainer et tracer une carte topographique à une échelle convenant aux besoins du plan et y indiquer les obstacles, tels que les clôtures, les arbres, les bâtiments, les installations de services publics ainsi que les émissaires.
- Déterminer la profondeur moyenne des drains latéraux à partir des tableaux 2 et 3 en tenant compte de la profondeur d'enracinement des cultures, du niveau de l'émissaire et de l'élévation des principales zones à problèmes, et consulter la section 2.15 de ce guide.
- Établir l'espacement entre les drains latéraux d'après les tableaux 2 et 3 et après discussion avec le propriétaire.
- En déterminant le niveau de l'émissaire, prévoir la possibilité d'une accumulation de sédiments. Voir la section 7.17 et les figures 10 et 11.
- Vérifier les questions d'ordre juridique relatives à l'émissaire. Communiquer avec la municipalité au sujet des drains municipaux.
- Vérifier les droits de passage relatifs aux installations de services publics et se procurer les permis requis.



2.19 Considérations supplémentaires

- Réduire au minimum le nombre d'émissaires afin de minimiser les problèmes éventuels.
- Exploiter le plus possible les pentes de surface et essayer de maintenir le drain à une profondeur aussi uniforme que possible compte tenu de la topographie.
- Par mesure d'économie, aménager un système à drains latéraux longs et à collecteurs courts. Voir à ce que les drains latéraux longs ne soient pas enfouis trop profondément.
- Dans la mesure du possible, placer les drains latéraux non parallèlement à la direction de l'eau de ruissellement.
- Dans la mesure du possible, placer les drains latéraux non parallèlement à la direction normale des travaux de culture.
- En terrain plat, (0,1 % de pente ou moins), placer les drains latéraux dans la direction de la plus grande pente.
- Placer les collecteurs principaux et secondaires dans le sens d'une voie d'eau naturelle. Si possible, décaler les drains par rapport au plus bas niveau, afin d'éviter les dommages causés par l'érosion ou une profondeur de remblai insuffisante.
- Rabattre suffisamment le niveau de la nappe phréatique pour permettre une croissance optimale des racines plus profondes.
- Trouver le diamètre du collecteur principal et des drains latéraux longs à partir de la section 2.11. La variation du diamètre des tuyaux peut modifier grandement leur capacité.
- Relier les drains souterrains au nouveau système à l'aide de raccords directs ou indirects.
- Ne pas raccorder des drains qui transportent de l'eau polluée.
- Au besoin, drainer les petites zones plus humides avec des tuyaux courts et plus rapprochés.
- Creuser un fossé en amont des champs pour capter l'eau de ruissellement afin qu'elle ne s'égoutte pas vers le champ.
- Éviter les excavations superflues et les fossés profonds.
- Placer les sorties de drainage aux endroits qui conviennent le mieux.
- L'effet de drainage d'un drain latéral placé à l'extrémité supérieure équivaut au quart de l'écartement des drains.
- Si on utilise un collecteur principal, en amont des drains latéraux, le placer à une distance égale ou inférieure à l'espace qui le sépare de l'extrémité des drains latéraux (voir la figure 9). En l'absence de collecteur, placer les drains latéraux à une distance égale ou inférieure au quart de l'espace qui sépare les drains de l'extrémité du champ. D'autres méthodes peuvent aussi être employées pour atteindre les mêmes objectifs de drainage.
- Placer le collecteur à au moins 3 m (10 pi) de l'extrémité du champ.

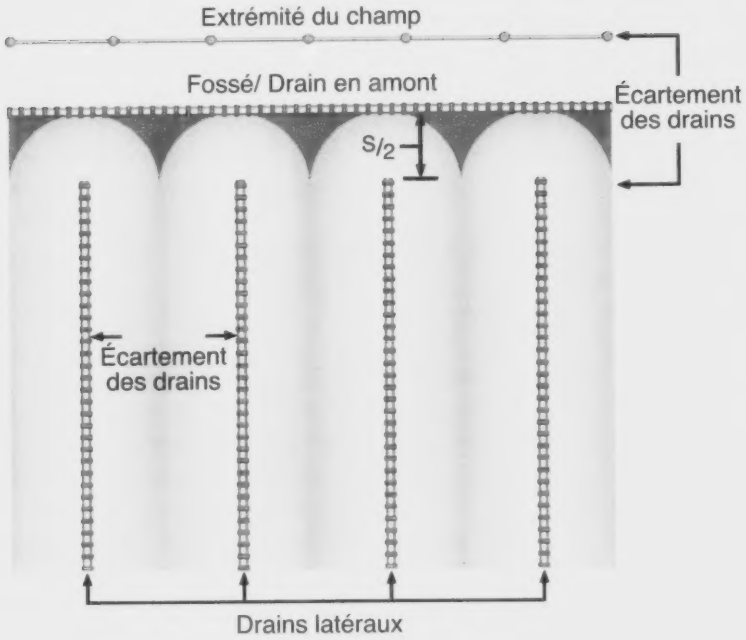
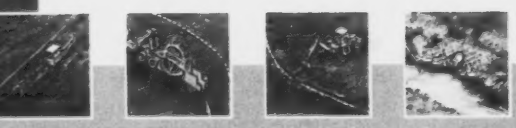


Figure 9. Disposition des drains latéraux en amont



3. Ouvrages et accessoires spéciaux

3.1 Généralités

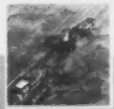
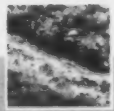
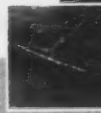
Les ouvrages spéciaux servent à compléter le système de drainage souterrain. Ils ne doivent pas restreindre l'écoulement de l'eau dans le système et leur capacité ne doit pas être inférieure à celle des drains qui y débouchent ou les traversent. Exemples d'ouvrages ou d'accessoires courants :

- bouches de décharge
  - o tuyaux de sortie,
  - o murs de soutènement et déversoirs empierrés,
  - o colonnes descendantes,
  - o bandes de végétation.
- bouches de surface
  - o puisards surélevés,
  - o fossés-avaloirs,
  - o fosses à sédiments, bassins collecteurs,
  - o tranchées filtrantes.
- chambres de raccord
- évents régulateurs de pression et bouches d'aération
- embouts et bouchons
- siphons
- traverses
- régulateurs de débit.

Évaluer le nombre, le type et les dimensions des ouvrages ou des accessoires requis au moment de la conception du système de drainage. Il peut être nécessaire de prélever des carottes pour s'assurer de la solidité des ouvrages.

3.2 Bouche de décharge

Les bouches de décharge constituent les ouvrages les plus importants du système de drainage. Elles doivent être installées et entretenues correctement. Pour faciliter l'entretien, il est préférable de limiter le nombre de bouches de décharge. Mal conçues, elles risquent d'occasionner des dommages et d'être à l'origine de poursuites judiciaires. Le système de drainage doit donc être protégé de l'érosion causée par la turbulence et les vitesses d'écoulement élevées à proximité des bouches de décharge, des puisards ou des structures similaires. À proximité de l'émissaire, les drains souterrains peu profonds doivent également être protégés des charges excessives imposées par la machinerie agricole.

Tuyaux de sortie

Protéger les drains qui se déchargent dans les fossés ou les voies d'eau contre l'érosion et le ravinement. Utiliser une section de tuyau non perforé, rigide et continu comme tuyau de sortie. S'il s'agit de tuyaux de plastique, les protéger contre les intempéries, le feu, les dommages causés par les animaux ainsi que l'écrasement. Les tuyaux en plastique ondulés ordinaires ne peuvent pas être utilisés comme tuyaux de sortie.

Les tuyaux de sortie sont raccordés aux drains par des joints à manchons ou des joints bout à bout.

- ***Joints bout à bout :*** Le diamètre intérieur du tuyau de sortie doit être égal ou supérieur au diamètre intérieur du drain et ne pas dépasser le diamètre extérieur du drain de plus de 25 mm (1 po). Enrober le joint d'un matériau approprié ou le sceller afin d'empêcher le sol d'y pénétrer.
- ***Joints à manchons :*** L'emboîtement du drain dans le tuyau de sortie doit être d'au moins 300 mm (1 pi). Le diamètre intérieur du tuyau de sortie ne doit pas dépasser le diamètre extérieur du drain de plus de 50 mm (2 po). Si le diamètre intérieur du tuyau de sortie dépasse celui du drain par moins de 25 mm (1 po), il n'est pas nécessaire de l'enrober. Si le diamètre intérieur du tuyau de sortie dépasse celui du drain par plus de 25 mm (1 po), il faut enrober le joint.

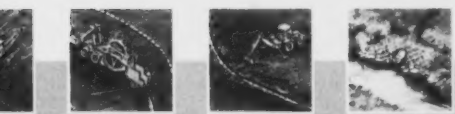
Les dimensions minimales des tuyaux de sortie figurent au tableau 9. Enterrer le tuyau dans la berge pour un meilleur soutien et installer le tuyau de sortie aussitôt que le drain est posé.

Tableau 9. Dimensions du tuyau de sortie

Diamètre nominal du drain mm (po)	Dimensions du tuyau de sortie			
	Diamètre minimal mm (po)		Longueur minimale mm (pi)	Longueur maximale du surplomb mm (po)
100 (4)	100 (4)	Diamètre extérieur maximal du drain + 50 mm (2 po)	3 000 (10)	400 (16)
150 (6)	150 (6)		3 000 (10)	600 (24)
200 (8)	200 (8)		3 000 (10)	600 (24)
250 (1)	250 (10)		3 600 (12)	600 (24)
300 (12)	300 (12)		3 600 (12)	800 (32)
350 (14)	350 (14)		4 800 (16)	800 (32)
400 (16)	400 (16)		5 400 (18)	800 (32)
450 (18)	450 (18)		6 000 (20)	1 000 (40)

Installer une grille articulée ou un dispositif contre les rongeurs à l'extrémité du tuyau de sortie au moment de la pose. Les ouvertures ne doivent doit pas dépasser 25 mm (1 po). La grille doit permettre de retirer les débris.

Permettre un dégagement minimal de 300 mm (12 po) du tuyau de sortie au-dessus du niveau d'eau du fossé, et tenir compte des risques de sédimentation future dans l'émissaire.
Faire affleurer la bouche de décharge lorsque les rives sont suffisamment protégées contre l'érosion (voir la figure 10). Ce type de tuyau de sortie risque moins d'être endommagé par la glace que les tuyaux en surplomb.



Installer une bouche de décharge en surplomb lorsque des mesures suffisantes de prévention de l'érosion sont prévues (voir la figure 11). Ce genre de tuyau de sortie risque davantage d'être endommagé par la glace que les tuyaux qui affleurent les berges de fossé.

L'emplacement de chacune des bouches de décharge doit être signalé.

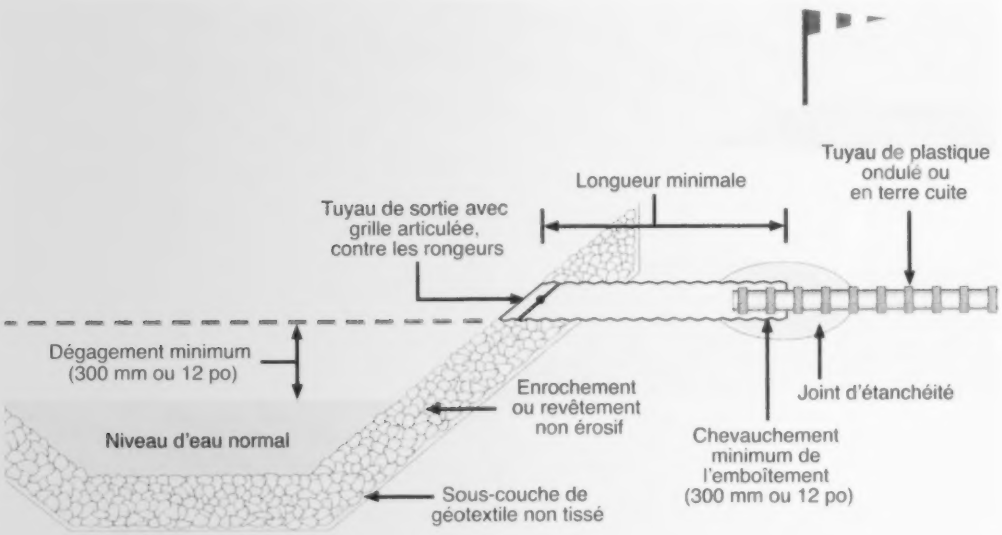


Figure 10. Tuyau de sortie affleurant la berge d'un fossé

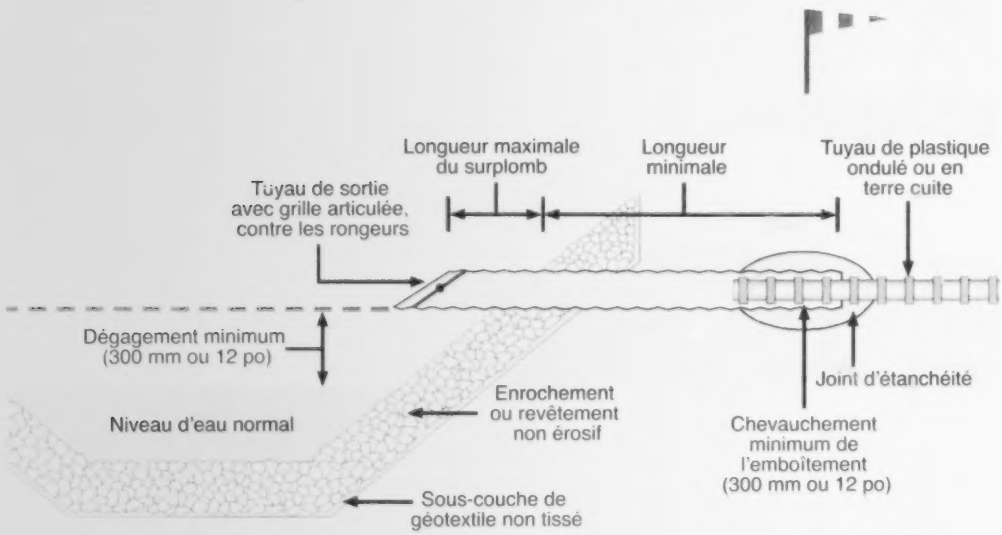
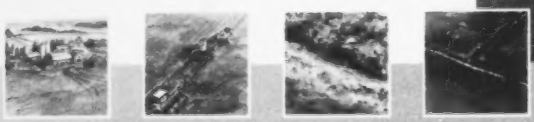


Figure 11. Tuyau de sortie en surplomb



Murs de soutènement et déversoirs empierrés

Certaines précautions sont à prendre pour éviter que des dommages soient causés aux berges du ruisseau ou du fossé lorsque l'eau de surface se déverse dans la voie d'eau au même endroit que le tuyau de sortie. Les murs de soutènement et les déversoirs empierrés protègent les berges contre ces dommages. Le choix de la structure à mettre en place dépend des caractéristiques du lieu et de la facilité à se procurer les matériaux nécessaires.

Figure 12. Décharge avec mur de soutènement

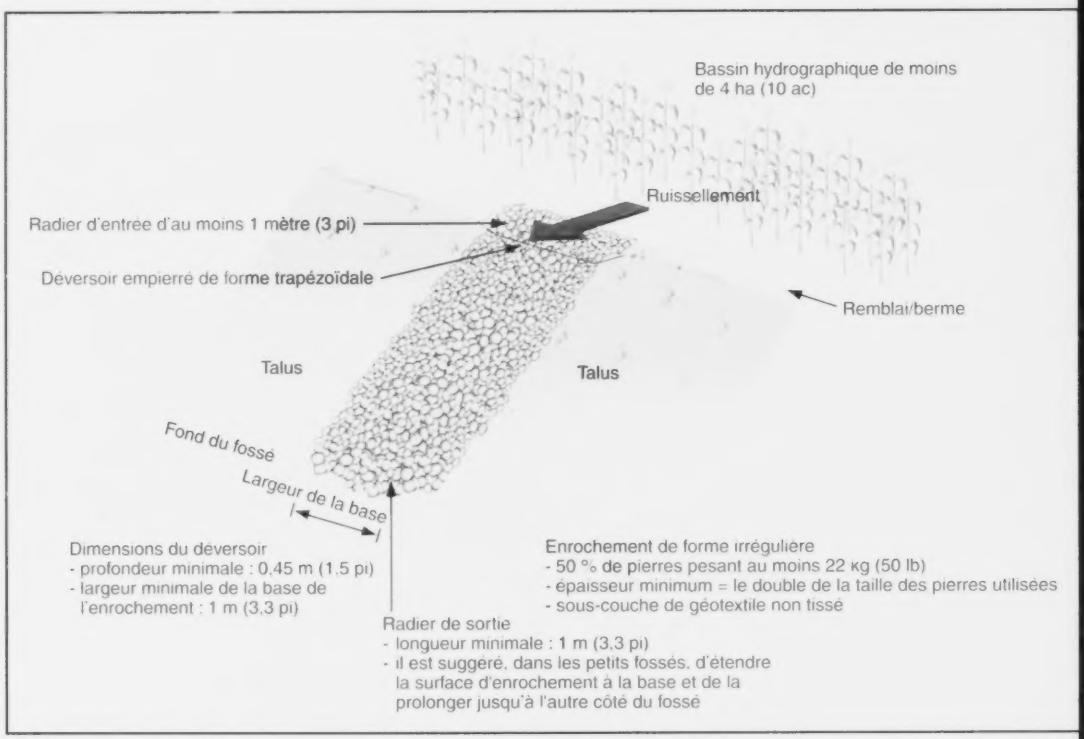
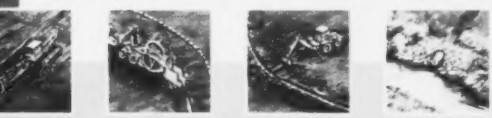


Figure 13. Déversoir empierré



Murs de soutènement et déversoirs empierrés

Certaines précautions sont à prendre pour éviter que des dommages soient causés aux berges du ruisseau ou du fossé lorsque l'eau de surface se déverse dans la voie d'eau au même endroit que le tuyau de sortie. Les murs de soutènement et les déversoirs empierrés protègent les berges contre ces dommages. Le choix de la structure à mettre en place dépend des caractéristiques du lieu et de la facilité à se procurer les matériaux nécessaires.

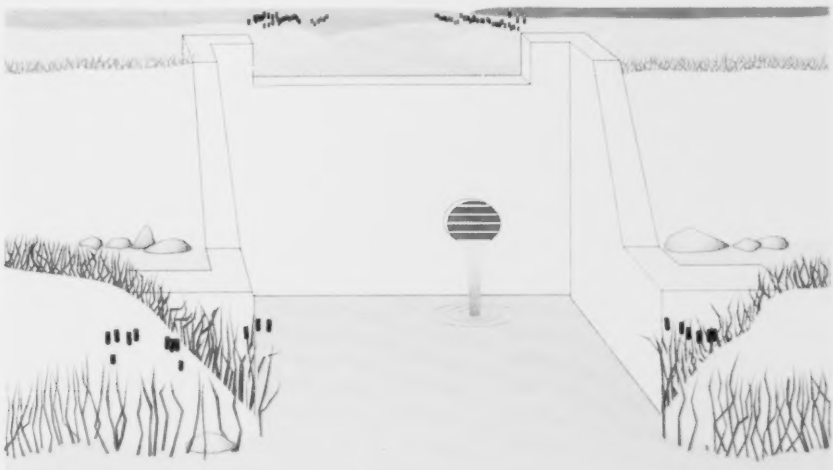


Figure 12. Décharge avec mur de soutènement

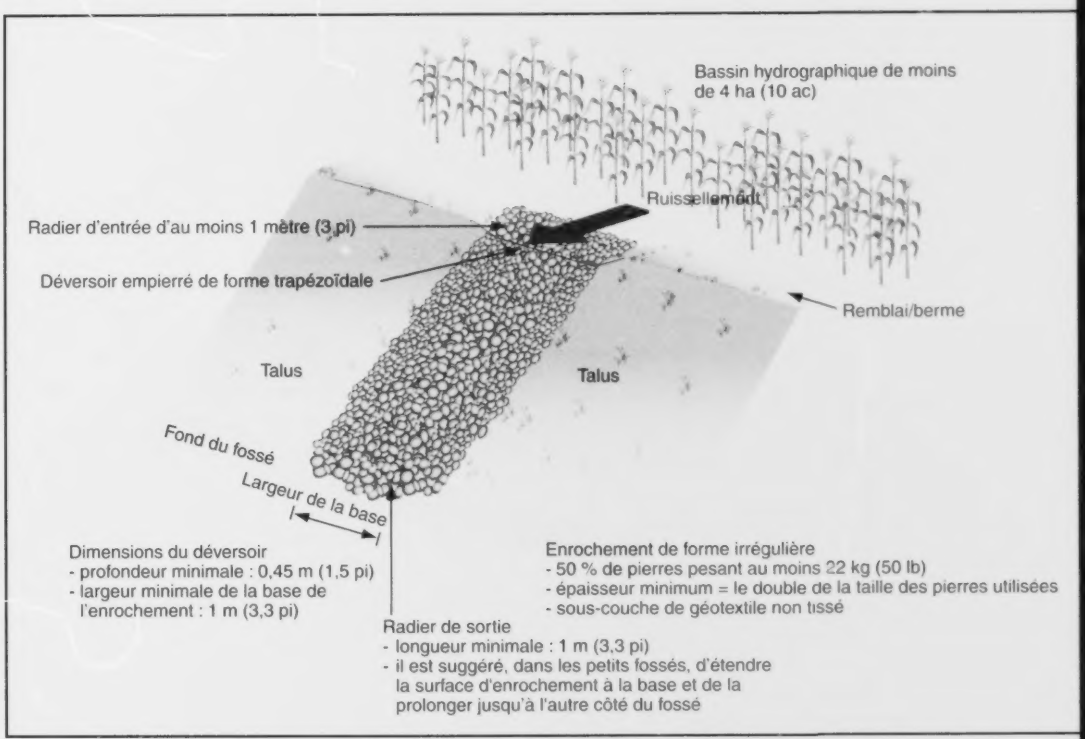
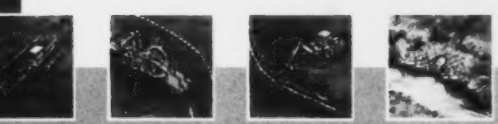


Figure 13. Déversoir empierré



- ***Murs de soutènement*** – Les murs de soutènement protègent les tuyaux de sortie et le ruisseau émissaire de l'érosion. Ils doivent être solides et conçus de manière à résister aux pressions et à l'usure. Il est plutôt rare qu'on construise des murs de soutènement à cette fin. Prévoir un dosseret sur les côtés, si nécessaire (voir la figure 12). Utiliser un matériau durable, comme le béton en vrac ou en sac pour la construction du mur.

- ***Déversoirs empierrés*** – Les déversoirs empierrés peuvent aussi être mis en place au lieu des murs de soutènement. Ils exigent plus d'espace en raison des matériaux utilisés (voir la figure 13).

Colonnes descendantes

Les colonnes descendantes sont des structures qui servent à lutter contre l'érosion. Elles sont intégrées à la bouche de décharge du système de drainage et peuvent aussi être placées dans les rigoles où se déverse l'eau de drainage. La conception et la mise en place de colonnes descendantes doivent le plus souvent être confiées à des spécialistes ou conseillers compétents.

Bandes de végétation

Dès que la construction du système de drainage est terminée, mettre en place des bandes de végétation permanentes à tous les endroits qui risquent d'être affectés par la bouche de décharge, afin de réduire au minimum l'érosion et les dommages causés à l'environnement. Les propriétaires et les entrepreneurs doivent déterminer qui sera responsable de cette tâche.

3.3 Puisards

Les bouches de surface ou puisards permettent à l'eau de surface de pénétrer dans les drains souterrains. Cette technique est coûteuse et recommandée uniquement pour drainer les dépressions lorsqu'il est impossible d'installer un système de drainage en surface. Si possible, prévoir la mise en place de voies d'eau et de canaux ouverts en même temps que le système de drainage souterrain afin d'évacuer le plus d'eau de ruissellement possible (voir la figure 14).

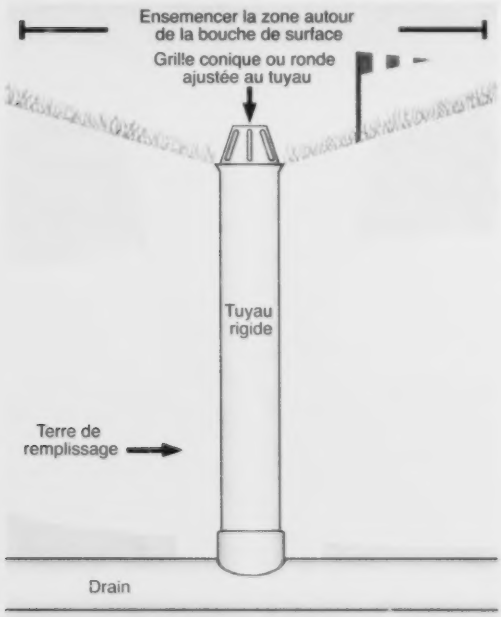
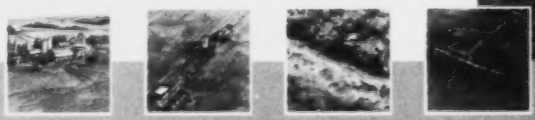


Figure 14. Bouche de surface



Points à considérer au moment de l'installation

- S'il s'agit d'une superficie où seront épandus du fumier ou des biosolides, tenir compte de l'effet des puisards sur le système de drainage et l'environnement.
- Installer des puisards uniquement s'il n'est pas pratique d'avoir recours à des drains de surface, car les puisards sont souvent difficiles à entretenir.
- Les puisards peuvent être nécessaires pour éliminer rapidement les eaux de surface accumulées dans des zones basses consacrées à des cultures spéciales, ou bien pour envoyer dans le sol les eaux de ruissellement en provenance de zones élevées, afin de prévenir leur écoulement à travers des surfaces planes cultivées.
- Déterminer la capacité requise du puisard à l'aide de calculs hydrologiques appropriés, en fonction de la superficie de drainage desservie par la bouche de surface.
- Les puisards doivent être conçus de manière à ce que les débris flottants, fumier et les rongeurs ne puissent pas y pénétrer.
- Doter chaque bouche de surface d'un régulateur de débit.

Exemples d'utilisation de puisards :

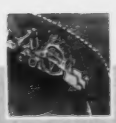
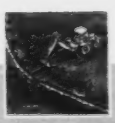
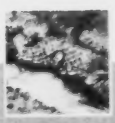
- Le long d'une clôture ou d'une autre borne où le système souterrain recueille l'eau de ruissellement d'une zone adjacente.
- Là où l'eau d'un fossé pénètre dans le système souterrain.
- Dans une dépression où se trouvent des cultures spéciales sensibles aux excès d'eau et qui nécessitent un écoulement rapide de l'eau de surface.
- Dans une baissière où le sol est peu perméable et où la tranchée filtrante n'est pas assez efficace ou ne convient pas aux conditions existantes.
- Lorsqu'on a recours à un dispositif de lutte contre l'érosion où les eaux de surface sont détournées vers un système souterrain pour prévenir l'érosion causée par un écoulement concentré en surface. On y incorpore souvent un système de stockage des eaux d'inondation, appelé couramment bassin de sédimentation.

Puisards surélevés

Utiliser des puisards surélevés, dans le cas de débits modestes, particulièrement si l'on risque d'avoir des problèmes avec les débris. Pour prévenir l'accumulation de débris dans le puisard, s'assurer que la grandeur des orifices est adéquate.

Surélever le puisard du drain récepteur d'une hauteur de 1 500 mm (5 pi) à l'aide d'un tuyau non perforé (voir la figure 15). Si le puisard surélevé est raccordé au système de drainage souterrain, utiliser un tuyau rigide de chaque côté de la conduite d'entrée (voir la figure 16). Utiliser des tuyaux ascendants durables, sans défaut de structure et résistants au feu et aux dommages causés par les rongeurs. Les tuyaux ascendants perforés ou dotés de fentes peuvent être utilisés comme puisard surélevé.

Pour remplir les fonctions d'un bassin collecteur, le puisard doit avoir une capacité égale ou supérieure à l'écoulement maximal prévu des drains. Poser un régulateur de débit (un diaphragme, par exemple) au pied du tuyau ascendant, si nécessaire, pour ajuster le volume d'eau qui pénètre dans le drain souterrain.

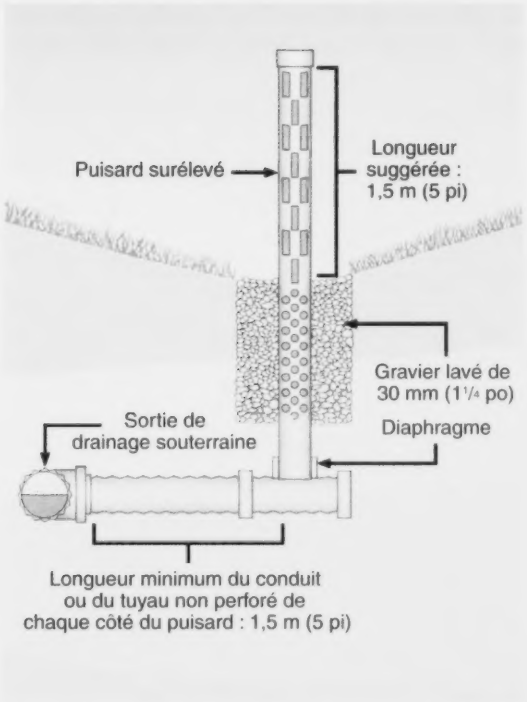


Figure 15. Puisard surélevé en retrait du réseau de drainage

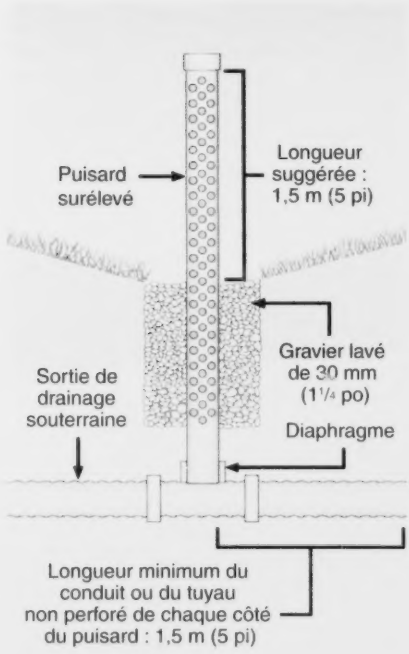


Figure 16. Puisard surélevé en ligne avec le réseau de drainage

La capacité du diaphragme peut se calculer à partir des deux équations suivantes :

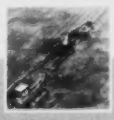
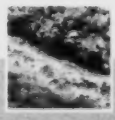
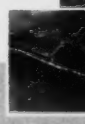
- La pression exercée sur le diaphragme du tuyau ascendant se calcule ainsi : $H = 0{,}7d_1 + d_2$

d_1 = distance entre le lit du canal et le haut de la berme
d_2 = distance entre le diaphragme et le lit du canal.

- Le débit, Q, du puisard surélevé de la façon suivante : $Q = 2{,}66\ A\ H^{1/2}$

Q = m^3/s
H (pression sur le diaphragme) = m
A (surface de l'orifice) = m^2

Un diaphragme de 50 mm (2 po) est installé, par exemple, sur un puisard surélevé, raccordé à un drain de 100 mm (4 po) de diamètre dans une pente de 0,4 %. La distance entre le diaphragme et le lit du canal, d_2, est de 0,6 m (2 pi). La distance entre le lit du canal et le haut de la berme, d_1, est de 0,9 m (3 pi). La pression, H, sur le diaphragme est de (0,7 x 0,9) + (0,6) = 1,23 m (4 pi). La surface du diaphragme de 50 mm (2 po) est de 0,002 m^2 (3,1 po^2). Le débit, Q, dans le drain est égal à 2,66 x 0,002 x $\sqrt{1{,}23}$, soit 0,006 m^3/s (0,21 pi^3/s).

D'après la figure 3, le débit d'un drain ayant un diamètre de 100 mm (4 po) et placé en pente de 0,1 % est de 2,8 l/s ou 0,0028 m³/s (0,1 pi³/s). Le débit dépend de la dimension du drain et il n'est pas nécessaire qu'il y ait un diaphragme. Cela signifie, toutefois, que le puisard va freiner le débit de l'eau provenant des zones en amont.

Au lieu d'un puisard surélevé, il est possible de mettre en place une bouche de surface au niveau du sol en retirant la partie du tuyau ascendant qui dépasse du sol pour la remplacer par une grille (en forme de cône ou de ruche) afin de prévenir l'entrée des débris dans le système souterrain. Signaler l'emplacement du puisard à l'aide d'un poteau indicateur.

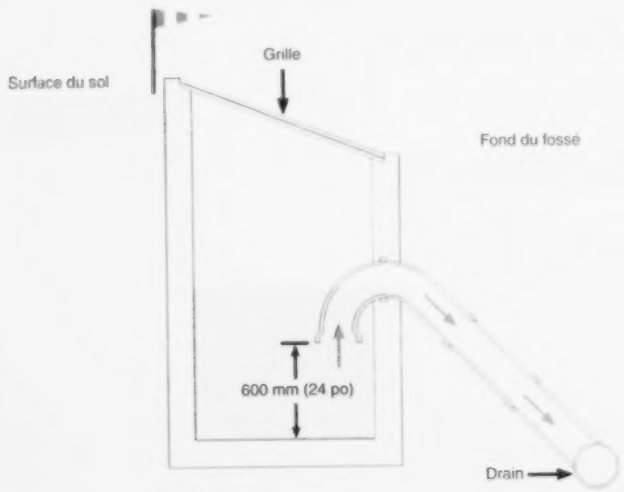
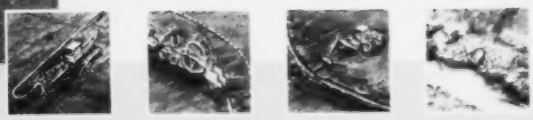


Figure 17. Fossé-avaloir

Fossés-avaloirs

Les fossés-avaloirs permettent à l'eau de surface accumulée dans un fossé de s'écouler dans le système de drainage souterrain (voir la figure 17).

- La pente du fossé a un effet négligeable sur la capacité de l'avaloir.
- Le collet de l'avaloir doit être au même niveau que le fond du fossé.
- L'espacement des barreaux longitudinaux de la grille doit être tel que les débris ne peuvent pas pénétrer dans l'avaloir.
- Poser la grille en plan incliné de 1:1.
- Installer un garde à débris en amont de l'avaloir.
- Estimer la largeur horizontale requise pour l'avaloir non obstrué, à l'aide de la figure 18.



D'après la figure 3, le débit d'un drain ayant un diamètre de 100 mm (4 po) et placé en pente de 0,4 % est de 2,8 L/s ou 0,0028 m^3/s (0,1 pi^3/s). Le débit dépend de la dimension du drain et il n'est pas nécessaire qu'il y ait un diaphragme. Cela signifie, toutefois, que le puisard va freiner le débit de l'eau provenant des zones en amont.

Au lieu d'un puisard surélevé, il est possible de mettre en place une bouche de surface au niveau du sol en retirant la partie du tuyau ascendant qui dépasse du sol pour la remplacer par une grille (en forme de cône ou de ruche) afin de prévenir l'entrée des débris dans le système souterrain. Signaler l'emplacement du puisard à l'aide d'un poteau indicateur.

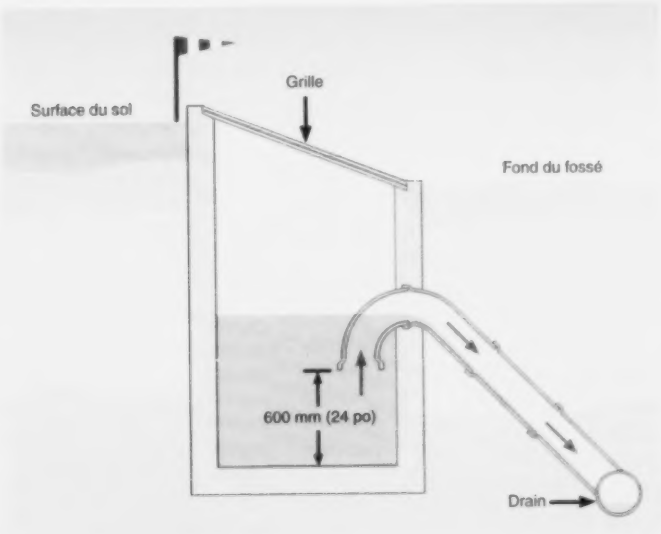


Figure 17. Fossé-avaloir

Fossés-avaloirs

Les fossés-avaloirs permettent à l'eau de surface accumulée dans un fossé de s'écouler dans le système de drainage souterrain (voir la figure 17).

- La pente du fossé a un effet négligeable sur la capacité de l'avaloir.
- Le collet de l'avaloir doit être au même niveau que le fond du fossé.
- L'espacement des barreaux longitudinaux de la grille doit être tel que les débris ne peuvent pas pénétrer dans l'avaloir.
- Poser la grille en plan incliné de 1:1.
- Installer un garde à débris en amont de l'avaloir.
- Estimer la largeur horizontale requise pour l'avaloir non obstrué, à l'aide de la figure 18.

On peut supposer, à titre d'exemple, qu'un fossé soit conçu pour un débit de 0,15 m^3/s (5,3 pi^3/s) avec 0,20 m (0,66 pi) au-dessus de l'avaloir. En se situant sur la figure 18 à une profondeur de 0,20 m (0,66 pi), le débit d'eau par unité de largeur correspond à 0,22 $m^3/s/m$ (2,37 $pi^3/s/pi$). La largeur qu'on obtient pour l'avaloir est de 0,15 ÷ 0,22 = 680 mm (2,23 pi). Cette largeur peut être accrue de 50 % jusqu'à 1,02 m (3,35 pi) pour compenser l'obstruction causée par les feuilles de maïs, etc.

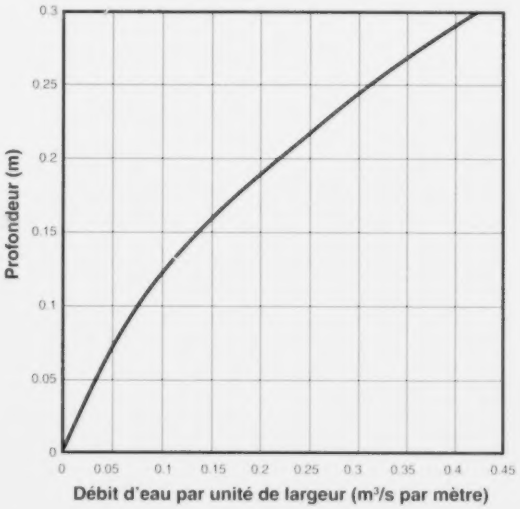
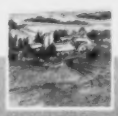
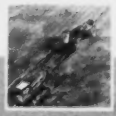
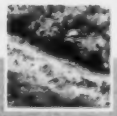


Figure 18. Graphique pour l'aménagement du fossé-avaloir

Fosses à sédiments

Ce type d'ouvrage est utilisé comme bassin de décantation afin de séparer les sédiments de l'eau et d'assurer une voie d'accès pour l'inspection du système de drainage (voir la figure 19).

- Installer la fosse en aval d'une zone sableuse à problème traversée par un drain.
- Mettre en place, si possible, près de clôtures permanentes ou dans des endroits non cultivés.
- En zone cultivée, installer l'ouvrage de manière à ce que sa partie supérieure soit au moins à 450 mm (18 po) sous la surface du sol, et mettre en place une structure qui est en mesure de supporter la charge de la machinerie agricole.
- Identifier clairement l'endroit où se trouve la fosse à sédiments soit sur place à l'aide d'un poteau indicateur, soit sur les plans ou à l'aide de coordonnées GPS, etc.

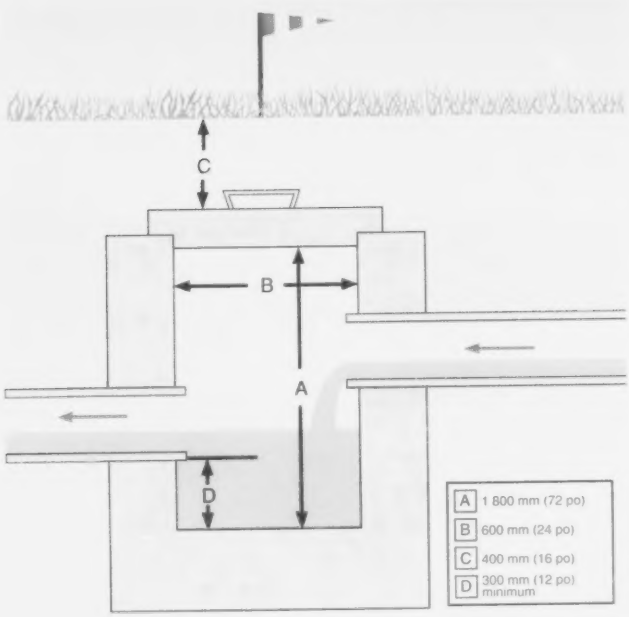


Figure 19. Fosse à sédiments

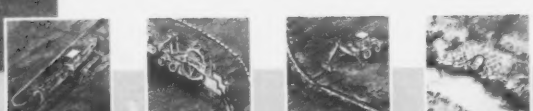
Déterminer les dimensions de la fosse à sédiments de manière à ce qu'elle soit facilement accessible pour l'entretien.

- structures circulaires – diamètre minimal de 750 mm (30 po).
- structures carrées ou rectangulaires – longueur minimale des côtés de 600 mm (24 po).
- profondeur de la fosse à sédiments – 300 mm (12 po) au minimum; augmenter la profondeur si l'on souhaite espacer l'entretien.

Bassins collecteurs

Les bassins collecteurs sont recouverts d'une grille et mis en place en zones basses. Ils servent à intercepter l'eau de surface et sont raccordés à un drain souterrain pour évacuer l'eau dans l'émissaire (voir la figure 20).

- Pour que l'entretien soit plus facile, le diamètre minimal des bassins circulaires doit être de 600 mm (24 po). La longueur minimale des côtés des bassins carrés ou rectangulaires doit être de 600 mm (24 po).
- La grille doit être amovible et conçue de manière à ne pas s'obstruer en présence de débris.
- Placer la grille à la verticale ou selon une pente supérieure à 45 degrés.
- Mettre en place une trappe à sédiments à une profondeur d'au moins 300 mm (12 po).
- Signaler la présence du bassin collecteur à l'aide d'un poteau indicateur, ou l'indiquer sur les plans ou à l'aide de coordonnées GPS, etc.
- Doter tous les bassins collecteurs d'un diaphragme pour contrôler le débit, qui soit facilement accessible si du fumier liquide ou des biosolides sont épandus en amont du bassin.



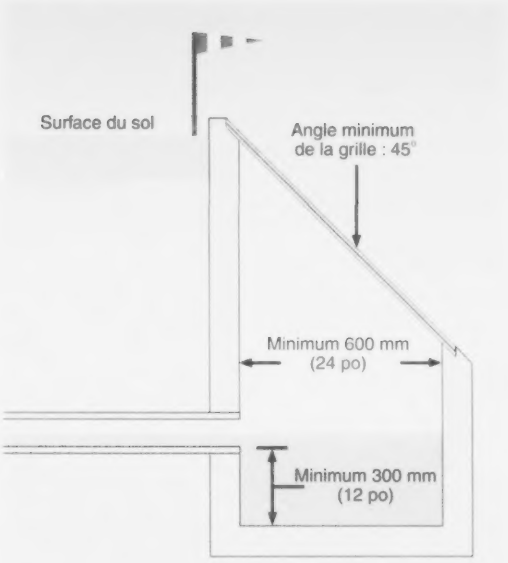


Figure 20. Bassin collecteur

Tranchées filtrantes

Les tranchées filtrantes sont recommandées dans les dépressions aux endroits où il n'est pas pratique d'installer des drains de surface peu profonds ainsi que dans les cuvettes.

- Une tranchée large de 500 mm (20 po) et longue de 3 000 mm (12 pi), comblée jusqu'en haut avec des pierres lavées de 30 mm (1¼ po) constitue une excellente voie d'accès pour l'eau (voir la figure 21).
- Un géotextile placé à l'horizontale, à une profondeur de 300 mm (12 po), augmentera la durée de la tranchée. On n'aura qu'à remplacer la couche de pierres du haut (voir la section 2.10).
- Signaler clairement la présence des tranchées filtrantes à l'aide d'un poteau indicateur ou l'indiquer sur les plans ou à l'aide de coordonnées GPS, etc.

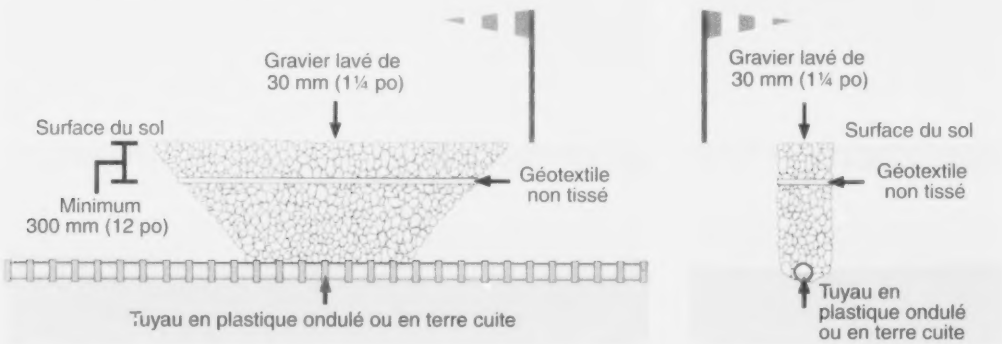
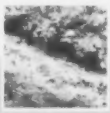
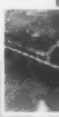


Figure 21. Tranchée filtrante

3.4 Chambres de raccords

Utiliser des chambres de raccords pour relier trois drains ou plus, raccorder deux drains placés à des hauteurs différentes ou relier des drains lorsque le diamètre ou la direction d'un drain change soudainement (voir la figure 22).

- Déterminer les dimensions de la chambre de raccords de manière à ce qu'elle soit facilement accessible pour l'entretien :
  - structures circulaires – diamètre minimal de 750 mm (30 po).
  - structures rectangulaires ou carrées – longueur minimale des côtés de 600 mm (24 po).
- Si les chambres de raccords sont enfouies, les recouvrir d'au moins 450 mm (18 po) de sol si la pente du terrain le permet, et mettre en place une structure qui est en mesure de supporter la charge de la machinerie agricole.
- Concevoir les chambres de raccords de manière à ce qu'elles soient faciles à nettoyer et à entretenir. Les doter d'une trappe à sédiments d'une profondeur minimale de 300 mm (12 po), et augmenter la profondeur si l'on souhaite espacer l'entretien.
- Signaler clairement la présence des chambres de raccords à l'aide d'un poteau indicateur ou l'indiquer sur les plans ou à l'aide de coordonnées GPS, etc.

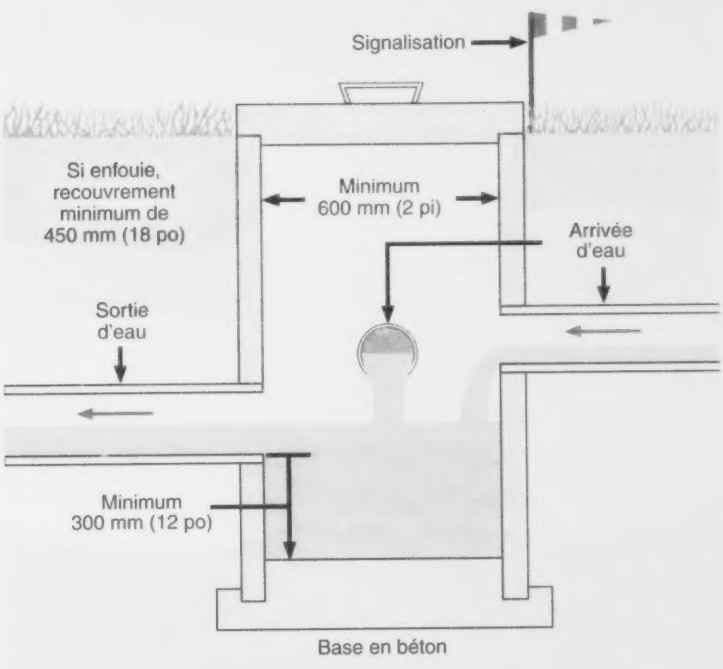
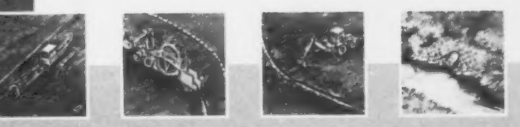


Figure 22. Chambre de raccords



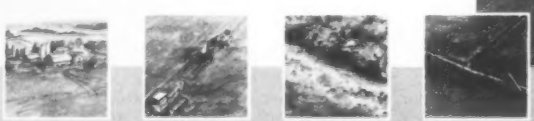
3.5 Évents régulateurs de pression et bouches d'aération

Les conditions de débit dans les drains peuvent être améliorées par l'installation d'une bouche d'aération à la partie supérieure d'un drain collecteur en pente très abrupte, ainsi que d'un évent régulateur de pression au pied de la pente (voir la figure 23). Ces accessoires améliorent l'écoulement dans le drain, réduisent les risques de ruptures et diminuent souvent la nécessité de changer la taille des drains. Si possible, les installer le long des clôtures (voir la section 2.16). Protéger les évents régulateurs de pression et les bouches d'aération par une grille ou un filet. Les installer au niveau du sol le long des clôtures ou à des endroits où ils ne risquent pas d'être endommagés. Signaler clairement la présence des évents régulateurs de pression et des bouches d'aération à l'aide d'un poteau indicateur ou l'indiquer sur les plans ou à l'aide de coordonnées GPS, etc.

Figure 23. Bouche d'aération et évent régulateur de pression

Évents régulateurs de pression

- Les évents régulateurs réduisent la pression dans les drains, ce qui évite la rupture de ces derniers.
- Placer les évents régulateurs de pression à proximité de la base d'une pente abrupte qui s'aplanit soudainement.
- Installer un évent régulateur pour réduire la pression interne dans les drains, aux endroits où il y a des puisards.
- Le diamètre de l'évent vertical doit être égal ou supérieur à celui du drain.
- Installer l'évent régulateur de pression en plaçant un raccord en T dans la ligne de drains et en insérant un tuyau ascendant dans le T.
- Le tuyau ascendant doit dépasser le niveau du sol. Protéger l'extrémité exposée à l'aide d'un filet ou d'une grille afin de prévenir l'entrée des rongeurs.



Bouches d'aération

Les bouches d'aération sont des tuyaux en T raccordés à un court tuyau ascendant et au drain. Elles sont placées dans le haut d'une pente abrupte et servent à améliorer les conditions d'écoulement dans le drain. Les bouches d'aération améliorent l'écoulement des drains latéraux longs dans les sols gorgés d'eau où l'air pénètre difficilement et dont la pente est très faible.

3.6 Embouts et bouchons

Placer un bouchon étanche du même matériau que le drain ou de tout autre matériau durable, à l'extrémité de chaque ligne de drains souterrains, lorsque celle-ci n'est pas raccordée à un autre ouvrage de drainage.

3.7 Siphons

Les siphons inversés sont utilisés lorsqu'il est nécessaire de faire passer un drain sous un obstacle quelconque (comme un pipeline ou une route). On construit généralement des chambres d'inspection de part et d'autre de l'obstacle et on les relie par un drain qui passe sous l'obstacle (voir la figure 24).

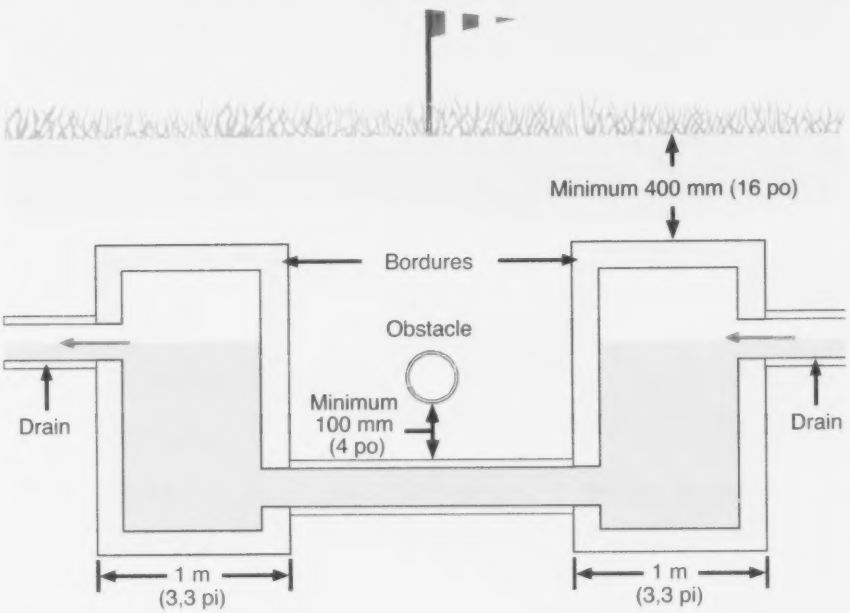
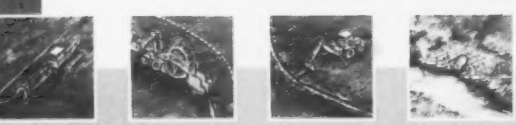


Figure 24. Siphons inversés

Source: Journal of Hydraulics, ASCE, 1972 No. 1, p. 15.



3.8 Traverses

Un drain souterrain qui passe sous un chemin de ferme, une route, une voie d'eau ou un fossé doit être étanche et ultra-résistant afin de pouvoir supporter les charges prévues (voir la figure 25).

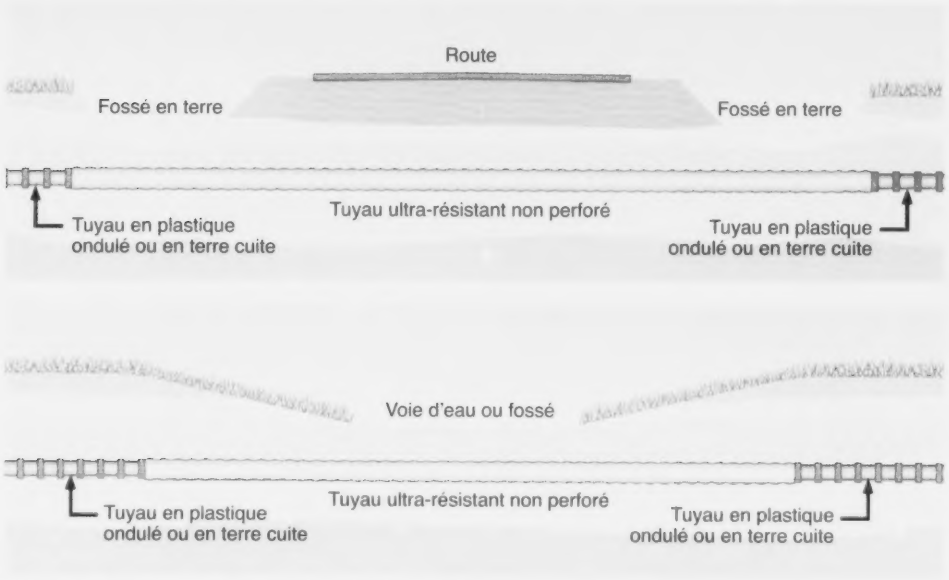


Figure 25. Traverses

3.9 Régulateurs de débit internes

Les régulateurs de débit internes sont conçus spécialement pour contrôler l'écoulement dans un drain souterrain. Ils sont souvent utilisés pour contrôler le niveau de la nappe phréatique et servent aussi à interrompre l'écoulement dans un drain contaminé à la suite d'un déversement de pesticide, par exemple, d'essence, de fumier, etc. (voir la figure 26). Placer le régulateur de débit à un endroit stratégique pour plus d'efficacité et afin d'éviter les ruptures et les restrictions de débit en période normale d'écoulement.

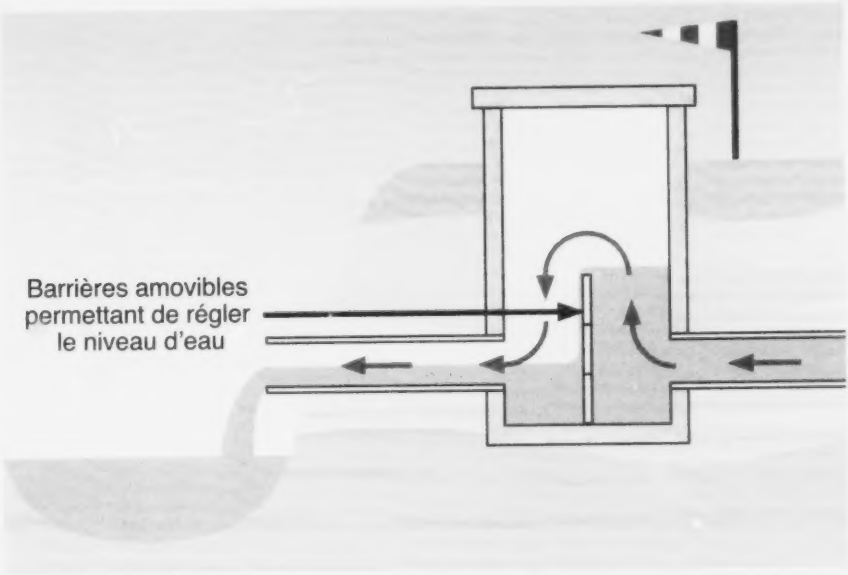
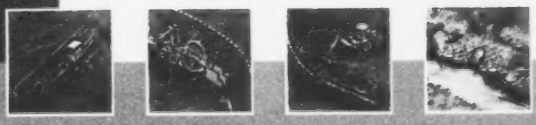


Figure 26. Régulateur de débit



4. Traverses de routes et d'installations de services publics

L'expression « installations de services publics » employée dans cette section fait référence aux installations appartenant à un service public, tel que défini dans la *Loi sur le drainage*, L.R.O. 1990, ou relevant d'un service de voirie.

4.1 Nouvelles installations publiques ayant un effet sur le système de drainage en place

Planification

La mise en place de pipelines, de câbles et d'autres installations enfouis en terrain agricole risque de perturber les réseaux de drainage en place. Le service public concerné doit s'assurer, qu'à la suite des travaux, la qualité du drainage dans la zone du droit de passage soit équivalente ou supérieure à celle du drainage des terres avoisinantes et de la zone de construction avant la réalisation des travaux.

L'emplacement des installations de services publics et des routes peut influer sur la conception des nouveaux systèmes de drainage. Avant de procéder à la construction d'installations publiques, les services concernés doivent vérifier auprès des propriétaires s'ils ont l'intention d'installer ou d'agrandir des systèmes de drainage qui traverseront les zones du droit de passage, afin de prendre les ententes nécessaires. Une fois les travaux terminés, inspecter attentivement les réseaux de drainage afin de les réparer au besoin.

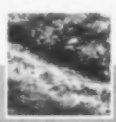
Installations publiques ayant un effet sur les fossés ouverts

- Installer les ouvrages de services publics à une profondeur minimale de 0,75 m (2,5 pi) sous le fond des tranchées afin qu'ils n'interfèrent pas avec l'écoulement de l'eau dans les fossés de drainage.
- Protéger les berges des fossés contre les affaissements et l'érosion, à l'endroit où ces derniers sont traversés par une installation de service public.
- Enlever tous les débris et les déchets de la tranchée avant de quitter les lieux.

Installations publiques ayant un effet sur les drains souterrains en place

Le service public concerné sera responsable de la réparation de tous les drains souterrains abîmés par les travaux effectués dans la zone du droit de passage, ou en dehors de celle-ci.

Réparer immédiatement les drains endommagés, coupés ou déplacés afin que le système puisse fonctionner correctement, ou boucher les extrémités pour empêcher la terre d'y pénétrer. Si un tuyau de drainage est endommagé, brisé, écrasé ou si sa pente a été modifiée, enlever 1 m (3,3 pi) de drain de part et d'autre de l'endroit où il a été abîmé et remplacer la partie inutilisable par un tuyau de la même taille en respectant la même pente.



Les travaux publics qui sont réalisés sur un terrain drainé à l'aide de drains latéraux souterrains ne doivent pas entraîner un bris ou un écrasement des drains. On peut s'en assurer par :

- une inspection visuelle à partir de l'extrémité du tuyau à l'aide d'une lampe puissante, si la longueur inspectée n'est pas supérieure à 10 m (33 pi), ou
- par l'insertion d'une sonde d'un diamètre de 75 mm (3 po), à travers les tuyaux situés sous la zone de travaux, afin de s'assurer que le système n'est pas bloqué par l'écrasement ou la rupture de drains.

Si les installations d'un service public passent sous une ligne de drainage, prévoir un dégagement minimal de 50 mm (2 po) entre le dessous de la ligne de drain et la partie supérieure de l'ouvrage public. Si les drains passent sous l'installation, prévoir un dégagement minimal de 50 mm (2 po) entre le dessus du tuyau de drainage et la partie inférieure de l'ouvrage public.

Si les installations d'un service public passent sous le réseau de drainage, tasser le remblai sous les drains et le compacter de façon à ce qu'il ait la même densité que celle du sol environnant. Prendre de la terre bien émiettée, exempte de pierres, de débris et de mottes gelées. Travailler et aplanir le fond de la tranchée tout en conservant sa pente d'origine, et assurer un soutien convenable sous le drain. Recouvrir le tuyau de drainage de 100 mm (4 po) de terre exempte de roches et remblayer la tranchée jusqu'à 200 mm (8 po) au-dessus de la surface du sol.

Les traverses font référence aux sections de drains souterrains affectées par les travaux d'excavation effectués pour mettre en place des installations de services publics.

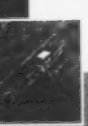
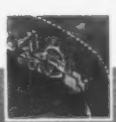
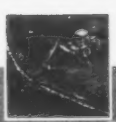
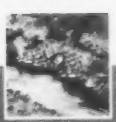
Si les traverses sont plus larges que 3 m (10 pi),

- employer soit un tuyau en métal soit un tuyau rigide, continu et très résistant (serrer les raccords avec des anneaux ordinaires) ou utiliser un tuyau ayant un diamètre supérieur à celui des drains;
- mettre en place et compacter le matériel de remblayage afin que l'alignement du tuyau ne soit pas modifié par les vibrations ou le gel;
- sceller les joints aux extrémités avec du béton.

Si les traverses sont moins larges que 3 m (10 pi),

- poser le drain sur un support adéquat;
- ajouter un support lorsque le sol est instable.

Si les travaux publics ont sectionné un réseau de drains latéraux, installer un nouveau collecteur principal en amont de ces travaux ou de la zone de droit de passage, en limitant au minimum le nombre de traverses. Construire une fosse à sédiments en aval de la zone de droit de passage pour chaque section de drains qui croise des installations publiques. Veiller à ce que la partie supérieure des drains rompus soit hermétiquement fermée avec un bouchon.

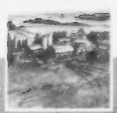
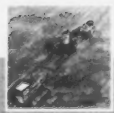
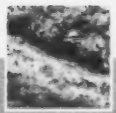
Inspecter attentivement toutes les lignes de drains avant le remblayage afin de s'assurer que les drains sont dans la bonne pente, qu'ils sont bien alignés et installés correctement. L'écart par rapport à la pente recommandée doit se situer dans les limitées indiquées à la section 7.6. La surface du sol doit être nivelée de manière à éliminer les dépressions où l'eau pourrait s'accumuler.

4.2 Nouveaux systèmes de drainage ayant un effet sur des installations publiques déjà en place

Les entrepreneurs à forfait représentent la plus grande menace pour les installations publiques enfouies. Les entreprises de réseaux de canalisation sont tenues de mettre en place des programmes de surveillance dont l'objectif est de vérifier que leurs installations sont conformes aux exigences de la norme Z662 de l'Association canadienne de normalisation, *Réseaux de canalisation de pétrole et de gaz*.

Planification des travaux d'installation du système de drainage

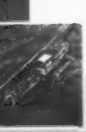
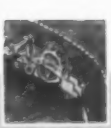
- Communiquer avec le service concerné avant le début des travaux et les informer de l'endroit où de nouveaux drains seront installés.
- Prendre les dispositions nécessaires pour vérifier les coordonnées horizontale et verticale des installations enfouies. L'inspection des traverses et la pose de piquets sont offertes gratuitement par les entreprises concernées lorsque des ententes sont prises avant le début des travaux.
- S'entendre avec l'entreprise ou le service public au sujet des travaux additionnels requis et des coûts associés aux traverses avant le début des travaux. Les entreprises ou services sont au courant des difficultés associées à la modification des systèmes de drainage déjà en place. S'assurer que les deux parties s'entendent sur les dispositions relatives au partage des coûts des travaux en présentant les plans et les estimations de coût avant le début des travaux.
- Éviter de planifier l'installation de lignes de drainage dans la zone de droit de passage. Les drains risquent d'être endommagés au cours des activités d'entretien des installations publiques. Des collecteurs peuvent être placés aux extrémités des zones de droit de passage afin de recueillir les eaux qui s'écoulent de lignes indépendantes.
- Planifier le système de drainage de manière à minimiser le nombre de lignes de drainage qui croisent une installation enfouie. Utiliser un plus gros collecteur pour ne croiser l'installation qu'une fois.
- Assurer les dégagements minimaux suivants entre les drains et les installations enfouies :
  - 50 mm (2 po) dans le cas des drains en plastique,
  - 300 mm (12 po) pour les ponceaux,
  - 750 mm (30 po) pour les fossés.

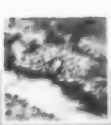




Installation des drains dans la zone de droit de passage

Les plans des systèmes de drainage doivent être présentés au service public pour approbation. Le service public répond généralement à une demande concernant les traverses dans les dix jours ouvrables qui suivent. Obtenir d'abord la permission du service concerné, dont l'objectif à cet égard est de permettre les travaux de drainage tout en s'assurant que les installations seront protégées des dommages qui pourraient être causés par la machinerie au cours des travaux. Les services publics souhaitent également éviter que le système de drainage soit affecté ou abîmé par les futures activités d'entretien des installations dans la zone de droit de passage.

- Une fois l'approbation reçue, communiquer avec le service public au moins trois jours ouvrables avant le début des travaux à proximité de la zone de droit de passage. Communiquer avec Ontario One Call (1 800 400-2255, *www.on1call.com*) ou directement avec l'entreprise ou le service public concerné.
- Voir à ce qu'un inspecteur soit présent durant les travaux dans la zone de droit de passage. Des piquets sont mis en place au début des travaux. Le propriétaire et l'entrepreneur signeront un formulaire d'entente.
- Creuser manuellement le sol afin d'exposer l'installation enfouie avant le début de l'excavation mécanique. La pelle mécanique ne doit pas s'approcher à moins de 600 mm (24 po) de l'installation.
- Aux endroits où il faut absolument modifier la pente pour faire passer les drains au-dessus ou au-dessous d'une installation, abaisser cette dernière si possible ou installer un siphon inversé (voir la figure 24).



5. Aménagement des lignes de drainage et techniques recommandées en cas de problème

5.1 Généralités

Certains terrains présentent des caractéristiques susceptibles de causer des problèmes au système de drainage. Il faut donc en tenir compte au moment de la conception du système. La présente section examine certaines de ces caractéristiques et contient des recommandations visant à réduire les risques de problèmes ainsi que des suggestions pour résoudre ces derniers, le cas échéant.

5.2 Racines d'arbres dans les drains

Les drains dans lesquels l'eau s'écoule durant de longues périodes à la saison de croissance risquent d'être bouchés par des racines d'arbres.

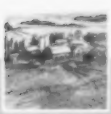
Mesures de précautions

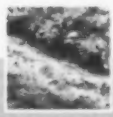
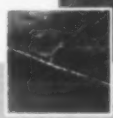
- Faire passer le drain à au moins 30 m (100 pi) des arbres qui ont besoin de beaucoup d'eau comme les saules, les érables négondos, les ormes et les peupliers et à au moins 15 m (50 pi) des autres types d'arbres.
- S'il est impossible de détourner le drain, enlever tous les arbres qui aiment l'eau dans un rayon de 30 m (100 pi) autour des drains où l'eau circule durant de longues périodes à la saison de croissance. Les autres arbres doivent se situer à un rayon d'au moins 15 m (50 pi) autour des drains. Voir la fiche info du MAARO, *Éviter le blocage des drains souterrains sous les zones tampons de végétation des ruisseaux, www.omafra.gov.on.ca.*
- S'il est impossible d'enlever un arbre, ou de rediriger le drain, utiliser un drain continu non perforé dans un rayon de 15 m (50 pi) autour de l'arbre.
- Les arbres fruitiers ne sont pas visés par ces recommandations. Installer un drain intercepteur en amont des vergers pour éviter un écoulement prolongé d'eau d'origine souterraine dans les drains latéraux.

Solutions

Si un drain se bouche avec des racines d'arbres,

- retirer et remplacer la section de drain bloquée,
- retirer l'arbre qui cause le problème, ou
- remplacer le drain par un tuyau continu et non perforé dans un rayon de 15 m (50 pi) autour de l'arbre.



5.3 Sables mouvants

Les sables mouvants constituent un état du sol et non pas un type de sol. Les sables mouvants se retrouvent généralement dans certaines parties du champ, mais jamais dans la totalité de ce dernier. La pression exercée vers le haut, par l'eau souterraine, sur le sable fin ou le limon nuit à la cohésion du sol. La capacité portante de ce dernier est donc amoindrie, ce qui risque de modifier la pente du drain et la durée du système de drainage puisque le sol est alors incapable de supporter une charge libre.

Mesures de précaution

- Si possible, mettre les drains en place lorsque le sous-sol est sec, ou
- Drainer toutes les sections de sable mouvant dans une canalisation ouverte ou dans un tuyau temporaire avant d'installer les drains permanents, ou encore
- Installer les drains sur un fond solide afin de le stabiliser.

Solution

Remplacer le drain si les sables mouvants affectent la pente d'une section de drain au point de gêner l'écoulement par gravité.

5.4 Sols instables (enrobage des drains requis)

Bon nombre de sols de sable fin et de limons sont instables à la profondeur où sont installés les drains, en raison de leurs particules éparses qui se déplacent facilement lorsqu'elles sont saturées d'eau et qui risquent de pénétrer dans les drains. L'eau du sol environnant pénètre par le dessous du tuyau de drainage, et les particules de sol (sable fin et limon) transportées dans l'eau se déposent dans le drain. Ce phénomène se produit peu après l'installation du système de drainage, car le sol entourant le drain est meuble et sa structure initiale est détruite. Le dépôt trouvé dans le drain a généralement une structure plus grossière que celle du sol dont il provient, en raison du lessivage de ses particules plus fines. L'installation initiale des drains est donc très importante. En sol instable, il n'est généralement pas possible d'établir des pentes permettant l'autonettoyage des drains. S'il y a plus de 20 mm (¾ po) d'épaisseur de sédiments dans les drains, ces derniers ne se nettoieront pas d'eux-mêmes.

Mesures de précaution

Consulter la carte pédologique du comté afin de connaître les caractéristiques du sous-sol de la région. Un peu avant le début des travaux, creuser des trous plus profonds que la ligne de drainage et vérifier si l'eau et le sol sont instables. Si certains doutes persistent après cet examen, vérifier si la terre du sous-sol risque de pénétrer dans les drains et évaluer la nécessité de les enrober avec une enveloppe filtrante. Un simple test visant à déterminer si une enveloppe filtrante est nécessaire pour un sol particulier peut être exécuté selon la marche à suivre donnée plus bas. Les drains doivent être enrobés lorsqu'il y a rupture. S'assurer d'effectuer d'autres tests même en l'absence de rupture au cours de l'essai.

1. Découper le couvercle et le fond de deux boîtes à café métallique et souder celles-ci de façon à avoir un cylindre ouvert de 280 mm (11 po) de longueur et d'environ 100 mm (4 po) de diamètre.
2. Découper le centre du couvercle de plastique de manière à laisser un anneau de retenue de 12 mm (½ po).

3. Poser à l'intérieur de l'anneau dans le fond de la boîte une pièce de moustiquaire rigide dont les ouvertures mesurent entre 2 et 3 mm (⅛ po). Poser le cylindre sur une surface plane.
4. Prélever un échantillon de sol humide autour des drains et le déposer délicatement sur le grillage à l'intérieur du cylindre.
5. À l'aide d'un bout de bois de 25 mm (1 po), compacter le sol jusqu'à ce qu'il soit de la même densité que le sol original, de manière à obtenir une épaisseur de 25 mm (1 po).
6. Soulever le cylindre à environ 6 mm (¼ po) de la surface plane.
7. Verser lentement de l'eau par le haut du cylindre en prenant soin de ne pas éroder ou emporter le sol. Ajouter de l'eau pour obtenir une épaisseur de 185 mm (7 po).
8. Si, au bout de 15 minutes d'attente, l'eau ne s'échappe pas du fond du cylindre, c'est que le drain n'a probablement pas besoin d'une enveloppe filtrante.
9. En cas de doute, faire effectuer des tests dans un laboratoire de sol.

Enveloppe filtrante requise

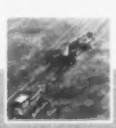
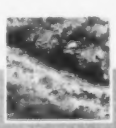
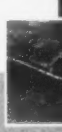
Les différents types de matériaux filtrants offerts actuellement en Ontario procurent une protection contre la plupart des sols à problèmes à moins que ces derniers ne contiennent une forte proportion de particules fines. Une enveloppe filtrante peut aussi cesser d'être efficace en raison d'une obstruction par de fines particules d'argile ou de limon ou en présence d'oxydes et de sulfates de fer et de manganèse. Les filtres peuvent également cesser de fonctionner en raison d'une déchirure ou de l'usure. Les matériaux filtrants en rouleau et non enveloppés ne fonctionneront bien que s'ils sont convenablement installés.

Matériaux filtrants offerts sur le marché :

- Tissus filtrants en polypropylène ou en polyester tricotés ou tissés installés autour des tuyaux de drainage à l'usine.
- Des fibres géotextiles ou des tissus filtrants sont utilisés pour l'enrobage des drains plus gros. S'assurer que tout le drain est bien enrobé.
- Des filtres de gravier peuvent aussi être utilisés, mais ils coûtent cher.

Remarques sur les matériaux filtrants

- Les intempéries et les conditions d'entreposage peuvent être néfastes pour les matériaux filtrants. Protéger les drains enrobés d'une enveloppe filtrante des rayons ultraviolets et les installer le plus tôt possible. La chaleur qui se dégage des drains en gros rouleau affecte la durée du filtre. L'entreposage en conditions humides favorise le développement de champignons sur le matériau filtrant.
- Il est possible de réduire les coûts lorsque les drains nécessitent une enveloppe filtrante, en installant un drain collecteur fait de plastique ondulé non perforé. Poser un drain de 100 mm (4 po), enrobé d'une enveloppe filtrante, parallèlement au collecteur principal, s'il est nécessaire de drainer.
- Il n'est pas très pratique de fabriquer commercialement des filtres qui ne sont utilisables que pour une quantité restreinte de diamètres de particules. Un indicateur prudent de la stabilité du sol, incluant une bonne marge de sécurité, consiste à s'assurer que 50 % des particules n'ont pas un diamètre supérieur au diamètre moyen des pores du filtre. Par exemple, si le diamètre moyen des pores du tissu filtrant est de 0,15 mm (⅛ po), alors $d_{50}/0{,}15 = 1{,}0$ et d_{50} est alors égal à 0,15 mm (⅛ po).

Aucune enveloppe filtrante requise, mais possibilité de migration de sédiments dans le drain

- Prévoir la plus grande pente possible pour installer les drains.
- Ne pas installer de drain ni retirer un drain qui est en place lorsqu'il risque de ne pas être raccordé.
- S'assurer que les travaux sont réalisés par temps sec, dans ces sols à problèmes.

Solution

- Lorsque des sédiments bloquent un drain, examiner le réseau pour trouver l'origine du dépôt et corriger la situation. Remplacer ou laisser de côté la section bloquée du drain.

5.5 Dépôts d'ocre

Environ 2 % des systèmes de drainage en Ontario ont un problème de dépôts d'ocre (oxyde de fer). Ces dépôts se retrouvent dans deux classes de sols : les sols aérés tels que les sables acides et les sols situés dans les terres basses saturées en permanence dans un milieu anaérobie permettant à l'ocre de se dissoudre dans l'eau de drainage. Les dépôts d'ocre d'origine bactérienne qui s'accumulent dans les orifices des drains et à l'intérieur de ceux-ci peuvent obstruer les systèmes de drainage dans les sols qui contiennent du fer (Fe^{+2}) soluble mobilisable et de la matière organique.

Les dépôts d'ocre sont dus à des réactions chimiques ou microbiologiques, ou les deux. Il s'agit d'un phénomène naturel que l'on observe habituellement lorsque de nouvelles terres agricoles (sableuses et riches en matière organique) sont défrichées et drainées. Les dépôts d'ocre se présentent sous forme d'accrétions d'un rouge brillant dans les sorties de drains qui peuvent alors se boucher très rapidement.

Mesures de précaution

- Aucune mesure de précaution ne peut vraiment être prise puisque les dépôts d'ocre sont causés par des modifications chimiques dans le profil de sol et qu'il est difficile de repérer précisément à l'avance les zones où le problème risque de survenir.

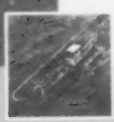
Solution

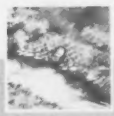
- Remplacer ou laisser de côté le système d'origine s'il ne fonctionne plus.

5.6 Ruptures et affaissements de drains

Les ruptures de drains sont reconnaissables dans les champs par la présence de trou à la surface du sol, au-dessus d'un drain. Causes possibles de rupture :

- blocage du drain (racines, affaissement du drain, etc.),
- pression hydraulique excessive dans le drain en raison d'une pente ascendante trop abrupte,
- pression hydraulique excessive dans le drain en raison de ses dimensions inadéquates.





Mesures de précaution

- S'assurer que les dimensions du drain sont adéquates pour l'écoulement prévu.
- Si le système présente des risques de pression hydraulique excessive en raison d'une pente ascendante trop abrupte, installer un évent régulateur de pression dans le réseau, ou utiliser un plus gros drain.

Solutions

- Vérifier périodiquement la présence possible de signes de rupture ou d'affaissement dans le champ et réparer les drains au besoin.
- Envisager d'installer un évent régulateur de pression pour réduire la pression hydraulique excessive, dans le cas où la rupture de drain est attribuable à une pente ascendante trop abrupte.
- Installer au besoin un drain additionnel pour accroître la capacité d'écoulement du système dans le cas où la rupture est attribuable à un drain de dimension inadéquate.

5.7 Fumier, biosolides et eaux résiduelles

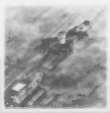
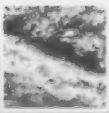
Les résidus de matière organique dans les champs drainés peuvent obstruer les drains. Cela peut survenir notamment lorsque du fumier, des biosolides, des boues d'épuration, ou des eaux de laiterie pénètrent dans le système de drainage par les macropores ou des raccords qui mènent directement aux drains.

Mesures de précaution

- Installer les drains à l'écart des sites d'entreposage du fumier et des enclos de ferme. Voir le règlement pris en application de la *Loi de 2002 sur la gestion des éléments nutritifs* sur les distances prescrites entre les drains et les diverses installations.
- Ne pas raccorder les drains en place à un nouveau réseau de drainage, si ces drains semblent contenir des résidus d'éléments nutritifs ou de matière organique.

Solutions

- Remplacer au besoin les drains obstrués par des résidus de matière organique.
- Épandre les éléments nutritifs requis pour la culture selon les doses conformes aux pratiques de gestion optimales.
- Épandre le fumier selon les quantités et les méthodes conformes aux pratiques de gestion optimales et conformément aux exigences de la *Loi de 2002 sur la gestion des éléments nutritifs*.
- Les vidanges de fosses septiques et des eaux ménagères, des eaux de laiterie, des jus d'ensilage et autres matières organiques ne doivent pas être déversées directement dans le système de drainage souterrain.

5.8 Racines de plantes

Les racines des grandes cultures ne pénètrent habituellement pas dans les drains souterrains. Toutefois, lorsque de l'eau s'écoule dans les drains, pendant la saison sèche, les racines de certaines cultures comme la luzerne, le brome, le ray-grass, le canola, la betterave à sucre et parfois le maïs peuvent pénétrer dans les drains et causer des problèmes. Ces racines peuvent bloquer les drains, mais elles sont généralement emportées par l'écoulement de l'eau dans les drains lorsque la plante sèchera. Le système racinaire de la prêle (*Equisetum*) est toutefois très profond et bouche souvent les drains.

Mesure de précaution

- Aucune mesure ne peut vraiment être prise au moment de l'aménagement du système pour éviter ce problème, mais il est important que le propriétaire soit au courant de ces risques.

Solutions

- Éviter les cultures à problèmes.
- Éliminer les racines des drains à l'aide d'un jet à basse pression.
- Si le blocage persiste, retirer ou remplacer la section de drain bloquée et envisager de remplacer les drains dans la zone à problèmes par de plus gros tuyaux.

5.9 Gestion du sol

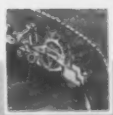
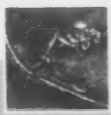
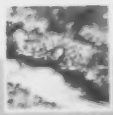
L'efficacité des systèmes de drainage souterrain est étroitement liée à la capacité d'écoulement de l'eau de percolation à travers le sol vers les drains. Deux types de situations peuvent occasionner des problèmes de drainage : des problèmes liés à la gestion du sol et la lenteur du drainage dans les réseaux nouvellement installés.

Une mauvaise gestion du sol restreint l'écoulement de l'eau souterraine vers les drains. Causes possibles :

- compactage de l'horizon de surface,
- compactage de la couche arable dans les loams sableux,
- inversion complète du sillon qui scelle la couche sous-jacente.

L'installation de systèmes de drainage souterrain ne règle pas toujours les problèmes de drainage. Il est important de favoriser l'écoulement de l'eau dans le sol, même après la mise en place du système. Les drains ne tirent pas l'eau du sol, ils ne font que recevoir l'eau qui les atteint par gravité. L'écoulement de l'eau dans les horizons de sol compactés et glaisés est donc très difficile.

Les systèmes de drainage nouvellement installés prennent souvent quelques années avant d'atteindre leur plein rendement. C'est le cas, le plus souvent, des réseaux souterrains mis en place pour la première fois dans des parcelles où le niveau de l'eau souterraine est proche de la surface durant la majeure partie de l'année. La nappe phréatique naturellement élevée limite la présence des vers de terre et la pénétration des racines en profondeur et favorise la formation de mottes de terre. Ces deux conditions empêchent le système d'être efficace dès sa mise en place.

Mesure de précaution

- Il n'est pas possible de modifier la conception du système pour contrer ce problème. Le propriétaire est tenu de s'assurer que le sol réponde au drainage souterrain et c'est la responsabilité de l'entrepreneur d'installer les drains de façon compétente.

Solutions

Dans le cas de problèmes liés à la gestion du sol :

- Réduire le compactage dans l'horizon de surface par le travail du sol et des pratiques culturales appropriées.
- Réduire les effets du compactage dans les horizons inférieurs par un travail du sol en profondeur ou par la culture de plantes à racines profondes, comme la luzerne et le trèfle rouge.
- Consulter le fascicule du MAAARO intitulé *Gestion du sol*, BMP 06F.

Dans le cas d'un drainage trop lent à la suite de l'installation d'un nouveau système de drainage :

- Recourir à des pratiques de gestion optimales pour améliorer l'ameublissement du sol.
- Ne pas intervenir immédiatement. Le drainage du sol va s'améliorer avec le temps grâce au travail des vers de terre qui vont agrandir les pores et aux fissures qui se formeront dans le sol, facilitant ainsi l'écoulement de l'eau vers les drains. Le système peut prendre de 5 à 10 ans avant d'atteindre son plein rendement.
- Planter des cultures ayant un système racinaire profond, comme la luzerne et le trèfle rouge. Les racines dégagent des espaces dans le sol qui permettent à l'eau de circuler.
- Favoriser la formation de ces espaces par sous-solage, afin que l'eau s'écoule jusqu'aux drains. L'effet de cette intervention sera peut-être de courte durée; procéder adéquatement, dans des conditions appropriées, afin de ne pas aggraver le problème.

5.10 Sols organiques

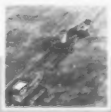
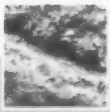
Il est généralement impossible de drainer de minces couches de sol organique qui recouvrent un horizon sableux ou une argile lourde.

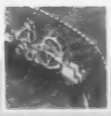
Mesure de précaution

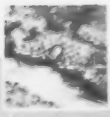
- Éviter d'installer des drains dans ce type de sol.

Solutions

- Il est préférable d'utiliser le terrain pour le foin ou le pâturage.
- Le labour en profondeur pour tenter de mélanger les différentes textures de sol est inefficace.





6. Matériaux et normes

6.1 Généralités

Utiliser, dans les systèmes de drainage souterrain, des matériaux qui sont conformes aux exigences prescrites par la norme correspondante. Informer l'entrepreneur de la présence possible de toute substance dans le sol. Ne pas installer de tuyaux en béton dans les sols qui contiennent des sulfates, à moins qu'ils soient fabriqués avec du ciment résistant aux sulfates. Examiner les sols contenant du fer afin de s'assurer que le système de drainage envisagé sera efficace dans ce type de sol (voir la section 5.5). Consulter la fiche technique n° 86-011 du MAAARO, *Problèmes associés aux drains*.

Utiliser des drains en terre cuite et en béton coupés à angle droit et de coupe relativement circulaire. Les extrémités doivent être d'équerre et la surface interne lisse. Éviter les tuyaux craqués, ou qui présentent des éclats ou des fissures qui pourraient les rendre moins résistants et laisser pénétrer de la terre dans le drain. Utiliser un tuyau d'égout ou un tuyau d'acier ondulé lorsque le tuyau est susceptible d'être écrasé par des charges de machinerie agricole ou autres, ou lorsque le gel risque de causer des problèmes.

6.2 Drains en terre cuite

En Ontario, les fabricants ont adopté, sur une base d'application volontaire, la recommandation stipulant que les drains standard en terre cuite doivent respecter toutes les spécifications de la norme C4 (drains en terre cuite) et de la norme C498 (drains perforés en terre cuite) de l'American Society for Testing and Materials.

6.3 Drains en béton

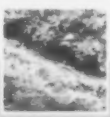
En Ontario, les fabricants ont adopté, sur une base d'application volontaire, la recommandation stipulant que les drains en béton doivent respecter toutes les spécifications de la norme C412 (drains souterrains) de l'American Society for Testing Materials.

6.4 Tuyaux en plastique ondulé

En Ontario, les fabricants de tuyaux en plastique ondulé ont adopté, sur une base d'application volontaire, les spécifications de la norme 2006 sur les tuyaux de drainage en plastique ondulé de l'organisme Land Improvement Contractors of Ontario.

6.5 Raccords

- Utiliser des raccords pour faciliter la construction d'un système de drainage souterrain, ainsi que pour en améliorer l'efficacité, l'entretien et le fonctionnement.
- Types de raccords utilisés : raccords en T, raccords transversaux en T, raccords en Y, bouchons, embouts, coudes, réducteurs, adapteurs pour raccorder des tuyaux en terre cuite à des tuyaux de plastique, réducteurs de diamètre et manchons de raccords de tuyaux en plastique.



- Utiliser des raccords résistants et compatibles avec ceux des autres fabricants.
- Utiliser des manchons de raccordement qui respectent les spécifications relatives à l'effort de traction de la norme 2006 sur les tuyaux de drainage en plastique ondulé de l'organisme Land Improvement Contractors of Ontario.

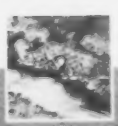
6.6 Enveloppes et matériaux filtrants

Bon nombre de sols sont instables à la profondeur où sont installés les drains en raison de la pression ascendante de l'eau, ainsi que de la présence de terre meuble et de matière organique à texture fine. L'utilisation d'une enveloppe filtrante est utile pour le drainage et le matériel filtrant restreint l'entrée de terre dans les drains. L'expérience a démontré que les sols, comme des loams sableux fins et certains limons, ayant une structure granulaire et dont les particules ont un diamètre de 50 à 250 microns, peuvent éroder les drains.

- Enrober entièrement le drain avec une enveloppe filtrante afin d'empêcher l'infiltration des particules dans le drain.
- Utiliser un matériel filtrant qui convient à une utilisation souterraine et qui dure longtemps (voir la section 7.3).
- Les matériaux filtrants minces se détériorent sous la lumière naturelle. Vérifier la date de fabrication sur l'étiquette afin de s'assurer qu'ils n'ont pas été entreposés trop longtemps.
- Employer des matériaux aussi perméables que possible, mais qui demeurent efficaces pour arrêter les particules du sol.
- Réparer ou remplacer tout matériel filtrant qui a été abîmé pendant le transport, l'entreposage ou les travaux.
- Dans les sols sableux et les limons, installer les drains uniquement par temps sec, ou lorsque la nappe phréatique est à son plus bas niveau. Il arrive que les matériaux filtrants se bouchent dès qu'ils sont installés dans des sols limoneux dont le niveau d'eau est élevé (voir la section 7.4.).

6.7 Géotextiles

Les matériaux géotextiles sont des produits synthétiques, utilisés en drainage pour faciliter l'égouttement ou pour améliorer la stabilité d'un ouvrage ou du sol. Ils sont employés principalement comme matériau de base entre le sol et l'armature pour prévenir l'érosion des talus et l'effondrement du sol à la bouche de décharge. Les géotextiles sont également employés à la place du gravier pour le drainage vertical.



7. Réalisation d'un système de drainage

7.1 Généralités

Cette section du guide décrit les normes minimales relatives à la réalisation des ouvrages de drainage, que le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario juge acceptables pour l'installation de systèmes de drainage souterrain en terrain agricole.

Installer tous les systèmes de drainage souterrain agricole conformément à la *Loi de 1990 sur les installations de drainage agricole*. La Loi exige que les entrepreneurs en drainage détiennent un permis qui soit également valable pour leur équipement et les opérateurs. Les propriétaires qui installent des tuyaux sur leur propre terrain, à l'aide de leur propre équipement, en sont toutefois exemptés.

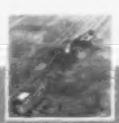
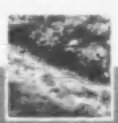
Cette section ne fournit pas les spécifications complètes applicables, étant donné que les conditions dans la province sont très variées. Certaines de ces conditions peuvent imposer d'autres méthodes de travail égales ou supérieures à celles qui sont recommandées ici, en vue de respecter des normes précises. Les propriétaires peuvent imposer d'autres normes, à la condition qu'elles soient plus rigoureuses.

Voir à ce que la main-d'oeuvre, les matériaux et les procédés de construction soient conformes aux normes et aux pratiques de l'industrie. L'entrepreneur doit fournir la main-d'oeuvre nécessaire s'il faut creuser une tranchée pour vérifier la qualité du travail.

Consulter les autres sections du guide qui traitent des procédés de construction avant le début des travaux.

7.2 Sécurité

- Les entrepreneurs doivent se conformer aux lois fédérales, provinciales et municipales en vigueur et accorder une attention particulière à la *Loi de 1990 sur la santé et la sécurité au travail* ainsi qu'aux règlements qui s'y rattachent.
- Protéger les ouvriers qui travaillent dans les tranchées contre les affaissements. Veiller à ce que les excavations soient sécuritaires et convenablement étayées. Ne laisser personne travailler seul dans une tranchée. Consulter le règlement 213/91 pris en application de la *Loi de 1990 sur la santé et la sécurité au travail*.
- Installer des barrières de sécurité et placer des panneaux pour avertir le public du danger lorsque ce dernier a accès au chantier.
- Organiser le travail et se servir de matériel raisonnablement sûr et sans danger pour les ouvriers et les autres personnes sur le chantier.
- Appeler avant de creuser! Repérer l'emplacement et la profondeur des installations publiques souterraines et signaler leur présence avant le début des travaux.
- Prévenir les accidents en protégeant les éléments mobiles de l'excavatrice par des dispositifs de sécurité appropriés.
- Ne pas laisser les curieux s'approcher du chantier.
- Garder le bétail à l'écart des champs où se déroulent des travaux ou en présence de tranchées ouvertes.

7.3 Inspection et manutention des matériaux

Les entrepreneurs doivent inspecter tous les matériaux de drainage avant et pendant leur installation. Tous les matériaux doivent convenir à l'utilisation qui en est prévue et être conformes aux exigences mentionnées à la section 6. Prendre des précautions en manipulant ces materiaux pour éviter de les abîmer.

Inspection avant l'installation

- Examiner les matériaux au moment de la livraison. Retourner au fournisseur les matériaux endommagés ou qui ne conviennent pas.
- Ne pas laisser les drains en béton ou en terre cuite submergés dans l'eau. Les empiler plutôt sur un support approprié afin d'éviter tout contact direct avec le sol pendant les périodes de gel et dégel.
- Protéger également les rouleaux de drains en plastique contre les dommages et les déformations.

Inspection durant l'installation

- Veiller à ce que l'entrepreneur procède à une inspection finale de tous les tuyaux de drainage. Éliminer tous les tuyaux endommagés ou défectueux, qu'ils soient en terre cuite, en béton ou d'un autre matériau rigide. Enlever les sections non utilisables ou endommagées de tuyau de plastique et effectuer les raccordements selon les recommandations précisées à la section 7.13.
- Installer des tuyaux perforés en plastique lorsqu'il faut utiliser des drains en plastique, sauf indication contraire mentionnée sur le plan de drainage.

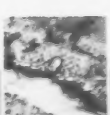
7.4 Conditions de travail pendant l'installation

Installer les drains dans des conditions de travail favorables, soit habituellement entre mai et octobre, et idéalement en juin, juillet et août.

- Éviter d'installer le système de drainage lorsque la surface du sol et le sous-sol sont saturés d'eau par crainte de réduire considérablement l'efficacité du système de drainage.
- S'il est impossible d'installer les drains lorsque le sol est sec, le système risque de ne pas être efficace jusqu'à ce que le drainage naturel du sol soit rétabli.
- Si le sol est gorgé d'eau, retarder l'installation jusqu'à ce que les conditions soient favorables.
- Faire preuve de vigilance en utilisant une charrue-taupe dans un sol à texture fine qui est très humide. Si la surface du sol ne se gonfle pas beaucoup, la structure du sol sera affectée et sa capacité de drainage compromise.

7.5 Orientation de l'alignement

Orienter la direction horizontale ou l'alignement des drains afin que les drains latéraux soient aussi droits et parallèles que la topographie le permet. La profondeur doit être maintenue aussi uniforme que possible. La tolérance pour l'alignement représente 3 % de l'écartement des drains, pour les drains latéraux qui doivent être parallèles.



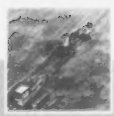
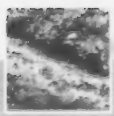
Changer la direction de l'alignement en gardant toutefois la même pente, sans entraver le mouvement de l'eau par une rugosité excessive, et en raccordant les drains en tenant compte des conditions du sol.

On peut changer la direction de l'alignement en ayant recours à l'une des méthodes suivantes :

- Installer le drain en suivant une courbe très graduelle afin que l'excavatrice puisse suivre cette courbe lors de la pose.
- Dans le cas des drains en béton ou en terre cuite, suivre une courbe graduelle en rasant l'intérieur de la courbe et en taillant le tuyau de drainage. Le rayon de la courbe ne doit pas être inférieur à 1,5 m (5 pi).
- Dans le cas des drains en plastique, il est possible de leur faire décrire une courbe sans utiliser de raccord, à la condition que le rayon de courbure ne soit pas inférieur à cinq fois le diamètre du tuyau.
- Utiliser des coudes ou des raccords préfabriqués afin que le changement de direction se fasse graduellement.
- Installer des chambres de raccord et des fosses à sédiments.

7.6 Orientation de la pente

- Installer les drains suivant une pente et une direction prédéterminées. Veiller à ce que la pente prévue demeure constante durant l'installation.
- Orienter la pente de manière à permettre un débit suffisant pour la superficie à drainer.
- Une variation de la pente est acceptable si la capacité du drain installé dépasse la capacité requise.
- Aucune contre-pente n'est acceptable (voir la figure 27A).
- Les variations de pente acceptables sont précisées dans le règlement pris en application de la *Loi de 1990 sur les installations de drainage agricole*. Ne pas faire dévier la pente prévue de plus de 15 % du diamètre intérieur pour un drain ayant un diamètre maximal de 200 mm (8 po), et de plus de 10 % pour des drains ayant un diamètre supérieur à 200 mm (8 po) (voir la figure 27B). Ces variations de pente sont autorisées pourvu qu'elles soient graduelles sur une distance d'au moins 10 m (33 pi) (voir la figure 27C). De plus, sur une longueur de drain de 30 m (100 pi), il ne peut y avoir simultanément une pente supérieure et inférieure à celle qui est prévue (voir la figure 27D).

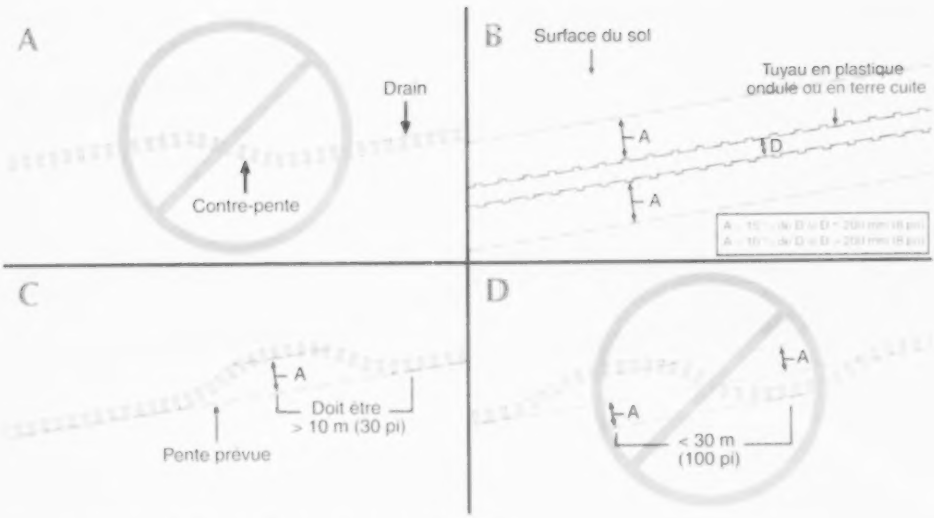


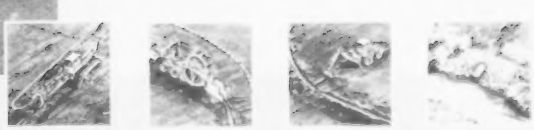
Figure 27. Variations de pente acceptables

7.7 Pose des tuyaux – Généralités

- Recourir à une méthode d'installation des tuyaux qui convient à la conception du système de drainage et à l'état du sol au moment des travaux.
- Poser les drains à la profondeur prévue, en ligne droite et selon la pente requise. Le fond de la tranchée doit offrir un support ferme au drain afin qu'il reste aligné.
- Voir à ce que le lit du drain soit ferme et exempt de sol émietté.
- Donner une forme ronde, en « v » ou trapézoïdale au lit du drain.
- Éviter de poser les drains sur du sol remblayé ou un mélange d'eau et de terre; les fixer solidement de façon à ce qu'ils ne soient pas déplacés avant le remblayage de la tranchée.
- Garder l'intérieur du drain propre durant les travaux. Retirer toute particule de sol et de débris avant de rajouter des sections de tuyau.
- Éviter d'étirer ou de compresser les tuyaux de plastique de plus de 7 % de leur longueur normale.
- La température a un effet sur les tuyaux en plastique ondulés.
  - Par temps froid, la rigidité des tuyaux en plastique augmente et leur flexibilité diminue. Dérouler alors les rouleaux et installer les tuyaux avec soin.
  - Par temps très chaud, les tuyaux de plastique ont tendance à se déformer, à s'étirer et à se compresser plus facilement. Les manipuler avec soin dans ces conditions.

Tuyaux en terre cuite ou en béton

- Dans tous les types de sol, l'espacement entre les sections de drain en terre cuite ou en béton doit être tel que la quantité d'eau prévue puisse être admise à l'intérieur du drain sans que la terre puisse y pénétrer.
  - Prévoir un espacement maximal de 3 mm (⅛ po) entre les sections de drain, à moins que certaines conditions spéciales permettent un espacement plus grand.



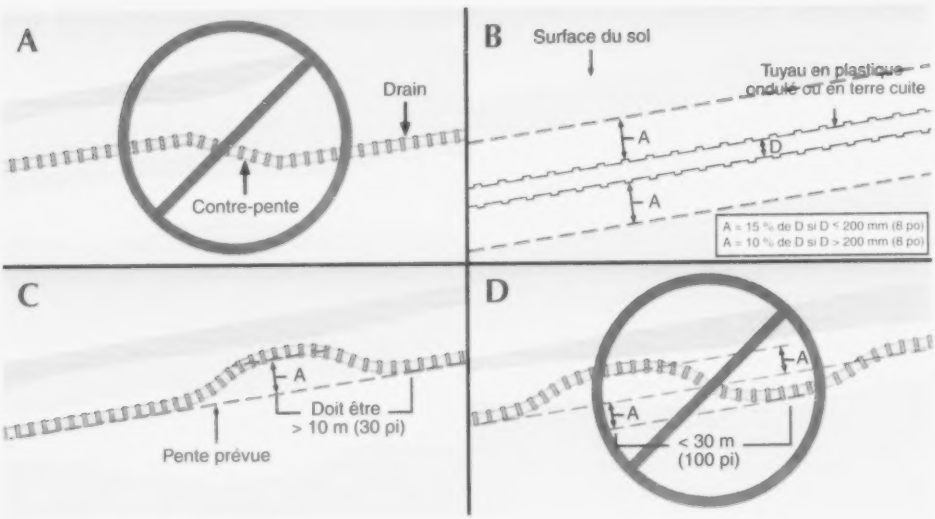


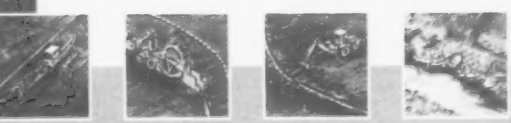
Figure 27. Variations de pente acceptables

7.7 Pose des tuyaux – Généralités

- Recourir à une méthode d'installation des tuyaux qui convient à la conception du système de drainage et à l'état du sol au moment des travaux.
- Poser les drains à la profondeur prévue, en ligne droite et selon la pente requise. Le fond de la tranchée doit offrir un support ferme au drain afin qu'il reste aligné.
- Voir à ce que le lit du drain soit ferme et exempt de sol émietté.
- Donner une forme ronde, en « v » ou trapézoïdale au lit du drain.
- Éviter de poser les drains sur du sol remblayé ou un mélange d'eau et de terre; les fixer solidement de façon à ce qu'ils ne soient pas déplacés avant le remblayage de la tranchée.
- Garder l'intérieur du drain propre durant les travaux. Retirer toute particule de sol et de débris avant de rajouter des sections de tuyau.
- Éviter d'étirer ou de compresser les tuyaux de plastique de plus de 7 % de leur longueur normale.
- La température a un effet sur les tuyaux en plastique ondulés.
    - Par temps froid, la rigidité des tuyaux en plastique augmente et leur flexibilité diminue. Dérouler alors les rouleaux et installer les tuyaux avec soin.
    - Par temps très chaud, les tuyaux de plastique ont tendance à se déformer, à s'étirer et à se compresser plus facilement. Les manipuler avec soin dans ces conditions.

Tuyaux en terre cuite ou en béton

- Dans tous les types de sol, l'espacement entre les sections de drain en terre cuite ou en béton doit être tel que la quantité d'eau prévue puisse être admise à l'intérieur du drain sans que la terre puisse y pénétrer.
    - Prévoir un espacement maximal de 3 mm (⅛ po) entre les sections de drain, à moins que certaines conditions spéciales permettent un espacement plus grand.



  - Enrober les joints d'un matériau protecteur lorsque les espacements entre les sections de drains adjacents dépassent ceux qui se trouvent par exemple à l'extérieur d'une courbe.
  - Installer les drains perforés de telle façon que la majorité des ouvertures soit au bas du tuyau; sinon, installer ces drains plus profondément.
- En présence de schiste argileux sur la pente, creuser la tranchée d'environ 75 mm (3 po) et la remblayer de manière à obtenir la pente voulue.
- Si la tranchée est creusée selon une pente supérieure à celle qui était prévue, la remblayer avec du gravier fin ou de la terre émiettée et tassée de manière à procurer un support ferme au tuyau.
- Installer le tuyau de drainage de façon à ce que les charges en surface et la pression due à la terre ne déforment par le tuyau de plus de 20 % de son diamètre.
- Boucher convenablement l'extrémité des drains en amont afin d'empêcher la terre d'y pénétrer.

7.8 Pose des tuyaux – Creusage des tranchées

Creuser les tranchées en ligne droite à la profondeur et selon la pente voulues. Configurer le fond de la tranchée de manière à ce que le drain soit bien en place et qu'il ait un support adéquat. Voir à ce qu'il y ait suffisamment d'espace pour raccorder les tuyaux et effectuer des travaux mineurs dans la tranchée. Débuter le creusage de la tranchée à partir de l'émissaire et continuer à contre-pente.

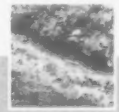
Veiller à ce que la largeur de la tranchée (mesurée dans le haut du tuyau) permette, une fois le drain posé, qu'il y ait suffisamment d'espace entre les parois de la tranchée et le tuyau pour que le matériau de remblayage remplisse l'espace sous le drain et procure suffisamment de soutien latéral au drain.

- Prévoir un dégagement minimal de chaque côté du drain de 75 mm (3 po).
- Prendre des précautions particulières pour empêcher la rupture ou la déformation excessive du drain lors de son installation dans une tranchée peu ou très profonde, ou large (voir la section 2.15).
- Protéger les tuyaux en plastique des déformations et de manière à les empêcher de flotter dans les tranchées humides.

7.9 Remblayages initial et final des tranchées

Inspecter le drain avant le remblayage initial et le remblayage final.

- S'assurer que les matériaux protecteurs des drains (tel que les matériaux filtrants, les enveloppes ou les pierres) soient en place avant le remblayage initial.
- Raccorder les drains en place, au besoin, avec les nouveaux drains, avant le remblayage initial.
- Réaligner les drains qui ont été déplacés à la suite d'un affaissement des parois de la tranchée avant le remblayage initial.
- Corriger toute déviation dans la pente de la ligne de drainage, causée par des obstacles, avant le remblayage initial.



Remblayage initial

Le remblayage initial permet aux drains et au matériau filtrant qui les recouvre de rester en place et protège les drains au moment du remblayage final.

- Effectuer le remblayage initial en recouvrant les tuyaux de drainage d'un matériau constitué de particules de taille inférieure à 40 mm (1½ po) (terre arable de préférence).
- Procéder au remblayage initial de tous les drains avant le remblayage final, particulièrement lorsque ce dernier s'effectue en repoussant la terre en vrac dans la tranchée.
- Remblayer les drains immédiatement après la pose, manuellement ou à l'aide d'une pelle mécanique. Voir à ce que le drain et l'enveloppe filtrante soient bien en place.
- Lorsque le gel risque d'affecter un tuyau en terre cuite, remblayer ce dernier avec 300 mm (12 po) de terre.
- Pour les drains de toutes dimensions, il est utile de tasser l'assise et le matériau utilisé pour le lit du drain ainsi que le matériau de remblayage initial le long des parois latérales du drain, lorsque cela est possible.
- Effectuer le remblayage initial avec des sols loameux ou argileux (si disponibles) sur les pentes abruptes ou aux endroits où la couche arable contient du sable fin.

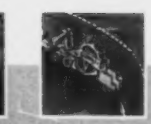
Remblayage final

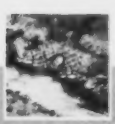
Effectuer le remblayage final avec la terre excavée en prenant soin de ne pas endommager ni de déplacer les tuyaux de drainage.

- Effectuer le remblayage final de toutes les tranchées ouvertes, à la fin de chaque journée.
- Recouvrir l'extrémité exposée du drain à la fin de chaque journée, afin d'empêcher les débris ou les sédiments d'y pénétrer, lorsque le sol est humide.
- S'assurer que le matériau de remblayage soit ferme, mais non tassé au point d'empêcher l'eau d'entrer dans le tuyau.
- Remplir toutes les tranchées jusqu'à un niveau suffisant au-dessus de la surface du sol pour compenser le tassement naturel.
- Ne pas faire circuler des roues sur les tranchées pour compacter le matériau de remblayage, car les drains nouvellement installés risqueraient de s'endommager.
- Faire toujours passer la machinerie au même endroit sur la tranchée et éviter de traverser cette dernière à des endroits différents.

7.10 Pose des tuyaux – Drainage taupe

- Ouvrir le sol à l'aide d'une charrue-taupe, former une tranchée lisse et la maintenir ouverte jusqu'à ce que le tuyau y soit convenablement installé.
- Pour que l'ouvrage soit plus résistant, configurer le fond de la tranchée en respectant le plus possible le diamètre extérieur du drain ou creuser le lit du drain pour qu'il soit bien en place et demeure stable.
- Protéger les tuyaux en plastique des déformations et de manière à les empêcher de flotter dans les tranchées humides.
- Ne pas faire circuler des roues sur les tranchées pour compacter le matériau de remblayage, car les drains nouvellement installés risqueraient de s'endommager.
- Faire toujours passer la machinerie au même endroit sur la tranchée et éviter de traverser cette dernière à des endroits différents.





7.11 Installation dans les sols très meubles

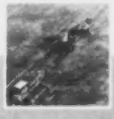
- Les sols très meubles, dont les sables fins et certains limons, exigent des techniques spéciales d'installation selon le type et l'état du sol.
- Lorsque les parois de la tranchée sont instables ou en présence de sols limoneux ou sableux saturés d'eau, le tuyau de drainage peut dévier du tracé. Les drains doivent donc être protégés jusqu'à ce qu'ils soient bien installés et remblayés.
- Lorsque le fond de la tranchée est instable, dans les sols sableux fins par exemple, empêcher les sédiments de pénétrer dans le drain et procurer un soutien solide au drain en enrobant les joints ou en posant une enveloppe filtrante.
- Empêcher les tuyaux de dévier de la pente prévue lors de la pose en sol saturé d'eau.

7.12 Drains en place

- Ne pas raccorder au système de drainage les drains en place qui transportent de l'eau d'égout ou de l'eau contenant des déchets en provenance de l'exploitation agricole.
- Raccorder directement au nouveau système les drains qui étaient déjà en place à la condition qu'ils soient exempts de sédiments. On peut aussi les relier indirectement aux nouveaux drains à l'aide d'un remblayage perméable déposé vers le haut ou le bas jusqu'au niveau des anciens drains.
- En présence de sédiments dans les drains en place qui n'empêchent toutefois pas la circulation de l'eau dans les drains, raccorder indirectement les drains en place aux nouveaux drains et remblayer à l'aide matériau perméable jusqu'au niveau des anciens drains.

7.13 Raccordements

- Utiliser des raccords préfabriqués en « T » ou en « Y », des manchons, des adapteurs ou des coudes à la jonction de deux drains.
    - Raccorder les tuyaux de plastique aux drains en terre cuite ou en béton à l'aide d'adapteurs préfabriqués en plastique.
    - Raccorder les tuyaux de plastique entre eux à l'aide de raccords en plastique préfabriqués.
    - Couper une section de tuyau de plastique sur une longueur suffisante pour permettre un raccordement solide.
    - Utiliser une chambre de raccords ou une fosse à sédiments pour raccorder plusieurs drains entre eux. Bien resserrer et sceller tous les joints (voir la section 3.4).
- S'assurer que tous les raccords conviennent au drain utilisé.
- Utiliser un manchon de plastique pour relier des sections de tuyau de plastique de façon à ce que les extrémités des drains soient correctement alignées et que celles-ci ne se détachent pas durant l'installation.
- S'assurer que les drains reliés aux collecteurs principaux à l'aide d'une ouverture pratiquée dans la paroi du drain ne font pas saillie à l'intérieur du collecteur principal où ils entraveraient l'écoulement de l'eau.
    - Relier les drains avec des raccords préfabriqués afin de préserver la capacité et la résistance du collecteur principal.
    - Raccorder les drains en leur centre ou plus haut.
    - Pratiquer des ouvertures de dimension et de forme semblables afin que les raccords préfabriqués soient bien fixés.



7.14 Raccords aux drains municipaux

- Obtenir l'approbation des municipalités responsables pour chacun des drains raccordés à un réseau de drainage municipal (*Loi de 1990 sur le drainage*, article 66).
- Ne pas raccorder directement de drains latéraux à un réseau de drainage municipal, sauf s'il s'agit de drains secondaires.
- Éviter de bloquer l'écoulement de l'eau dans le drain par un raccord avec un drain municipal.
- Utiliser un remblayage de gravier fin, un tissu filtrant ou du mortier comme soutien autour des raccordements à des drains municipaux fermés.
- Prévoir des sorties de drainage solides raccordées à des drains municipaux ouverts comme indiqué à la section 7.17.

7.15 Nettoyage et restauration des chantiers

- Le propriétaire est responsable du nettoyage et de la restauration des chantiers (voir la section 1.2).

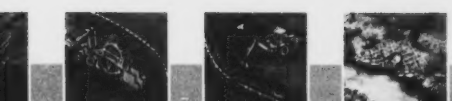
7.16 Inspection

Inspecter les chantiers durant les travaux de façon à s'assurer que tout se déroule conformément aux plans et aux spécifications. En vertu de la *Loi de 1990 sur le drainage au moyen de tuyaux*, l'entrepreneur doit fournir l'équipement et les services requis pour l'inspection.

Les éléments suivants doivent être inspectés :

- la qualité du tuyau de drainage (section 6),
- l'emplacement du tuyau de drainage (section 7.5),
- la profondeur du tuyau et sa pente (sections 2.16 et 7.6),
- la largeur de la tranchée au haut du tuyau (section 7.8),
- l'espacement des raccords et l'alignement du drain (section 7.7),
- la pose des drains (sections 7.7 à 7.9),
- les raccordements (section 7.12),
- le remblayage initial (section 7.14),
- le remblayage final (section 7.14),
- les filtres, les enveloppes et les matériaux stabilisateurs ainsi que leur mise en place (section 6.6),
- les bouches de décharge (section 3.2),
- les ouvrages auxiliaires (section 3),
- la prise en note des modifications par rapport au plan d'origine (section 2.8).

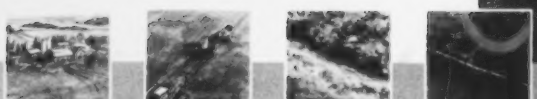
Corriger le problème lorsqu'un tuyau de drainage n'est pas installé selon les spécifications. Si l'écart par rapport à la norme prescrite s'observe sur toute la longueur du drain, installer un nouveau tuyau de drainage sans essayer de remédier aux défauts du premier. Si le problème se présente uniquement sur une section du drain, remplacer seulement cette dernière.

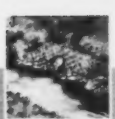


7.17 Bouches de décharge

Protéger les drains qui se déversent dans un fossé à l'aide d'une section de tuyau continu, rigide et non perforé (voir la section 3.2). Protéger les tuyaux de sortie en plastique des rayons ultraviolets.

- Installer le tuyau de sortie aussitôt que la tranchée est creusée.
- Utiliser un diamètre conforme aux recommandations fournies au tableau 9.
- Fixer une grille de protection articulée au tuyau de sortie, dotée d'ouvertures n'excédant pas 25 mm (1 po).
- S'assurer que le tuyau de sortie est situé à au moins 300 mm (12 po) au-dessus du niveau normal de l'eau et que son extrémité se prolonge au-delà du pied de la pente.
- Réduire l'érosion à la sortie du système de drainage.
- Remblayer la bouche de décharge par une couche de 75 mm (3 po) et tasser le sol dans un rayon de 5 m (16,4 pi) de la sortie de manière à obtenir une densité égale à celle du sol environnant.
- Bien sceller le raccord entre le tuyau de drainage et le tuyau de sortie à l'aide d'un matériau filtrant et d'un manchon.
- Décaler les drains souterrains de l'axe central de la voie d'eau de surface par une distance égale au tiers de la largeur du cours d'eau.
- Placer des géotextiles sous les matériaux utilisés pour lutter contre l'érosion des berges afin de faciliter le drainage et de stabiliser les rives.
- Mettre en place un ouvrage pour contrer l'érosion lorsqu'un cours d'eau se déverse dans un fossé au même endroit que la sortie de drainage.
- Aux endroits où du sable fin ou des composés ferreux risquent de pénétrer dans le drain, installer au besoin une sortie de drainage distincte pour chaque drain.
- Mettre en place des poteaux indicateurs permanents pour signaler la présence des bouches de décharge.





8. Émissaires

8.1 Drains souterrains en place

Examiner avec soin les drains souterrains en place qui seront utilisés comme sorties de drainage. Voir à ce que les drains fonctionnent bien et ne présentent aucun défaut susceptible de nuire à leur efficacité. Les drains en place doivent avoir la capacité nécessaire pour évacuer la quantité d'eau supplémentaire apportée par le système prévu. Ils doivent aussi être placés suffisamment profond pour que tous les drains du nouveau système soient installés à une profondeur optimale.

8.2 Fossés ouverts privés

Les fossés ouverts constituent un émissaire acceptable pour les systèmes de drainage en surface et souterrains si la superficie à drainer est inférieure à 200 ha (500 ac) et que la pente des fossés est supérieure à 0,05 %, à condition que les recommandations suivantes soient respectées :

- Laisser une distance minimale de 300 mm (12 po) entre le bas de la bouche de drainage et le niveau habituel de l'eau, si possible.
- Augmenter cette distance jusqu'à 450 mm (18 po) si le fossé est creusé dans un sol sujet à l'érosion et à la sédimentation.
- La largeur minimale du fond du fossé doit être de 1 m (3 pi).
- Prévoir des pentes maximales pour les parois des fossés qui se conforment aux rapports mentionnés au tableau 10.
- Rechercher une configuration aussi uniforme que possible.
- Examiner les canaux pratiqués dans un sol similaire afin de vérifier la stabilité du rapport de la pente des parois choisi.
- Augmenter le rapport de la pente des parois lorsque les berges sont sous l'eau. S'assurer que les parois des fossés ouverts ne sont pas plus abruptes que l'angle de talus sur lequel se trouve le fossé.
- Les fossés de petites dimensions nécessitent des nettoyages fréquents.

Dans le cas de bassins hydrographiques de plus de 200 ha (500 ac), aménager sur mesure les fossés qui servent d'émissaire en fonction du débit et des volumes d'eau qu'ils transportent.

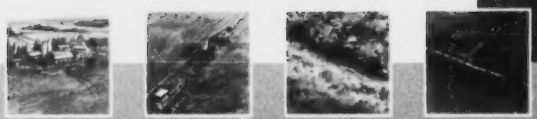


Table 10. Rapport maximal de la pente des parois de fossés ouverts

Type de sol	Profondeur du fossé < 1,3 m (4 pi) (verticale : horizontale)	Profondeur du fossé > 1,3 m (4 pi) (verticale : horizontale)	Vitesse maximale m/s (pi/s)
Tourbe, sol organique stable	1:1	1:1,5	0,5 (1,6)
Argile lourde (plus de 35 % d'argile)	1:1,5	1:2	1,5 (5,0)
Loam argileux ou limoneux (10 à 35 % d'argile)	1:2	1:2,5	1,0 (3,3)
Sol sableux ou limoneux (moins de 10 % d'argile)	1:3	1:4	0,75 (2,5)
Argile d'origine marine ou comportant des bandes de sable ou de limon (sol peu stable lorsque saturé)	1:4	1:4	0,5 (1,6)
Sol sableux ou limoneux présentant une nappe phréatique élevée ou des écoulements souterrains latéraux	1:4	1:5	0,5 (1,6)

8.3 Stations de pompage

- Construire, au besoin, une station de pompage à la place d'un long drain souterrain très coûteux ou d'un émissaire de drainage profond. Une pompe peut aussi servir à drainer de petites surfaces agricoles isolées qui ne peuvent l'être par gravité. Ce dispositif est utile, car il arrive souvent que les terres les plus productives se trouvent dans les parties plus basses.
- Tracer le plan du système de drainage selon les directives mentionnées à la section 2, et raccorder le collecteur principal à un puisard ou à un fossé agissant comme réservoir. Une pompe fait monter l'eau jusqu'à une sortie d'où elle sera évacuée par gravité.
- Les pompes submersibles autoamorçables génèrent de forts débits à faibles coûts. Déterminer la capacité requise à partir du tableau 11, et choisir une pompe en fonction de sa capacité et de la hauteur de pompage, qui ne doit pas dépasser 3 m (10 pi).
- Relier un moteur électrique, si possible, soit directement à la pompe, soit à l'aide de courroies en V. Une commande automatique est préférable, car le moteur peut être démarré et arrêté soit par un interrupteur à flotteur ou par des électrodes de contrôle situées à des niveaux d'eau présélectionnés.
- Les pompes à commande manuelle sont dotées d'un moteur diesel, à essence ou alimenté par la prise de force d'un tracteur. Veiller à ce que le réservoir permette d'entreposer suffisamment d'eau pour limiter le nombre de démarrages à deux par jour.
- La figure 28 illustre une station de pompage type avec puisard et pompe submersible pour les petites surfaces et pour le drainage souterrain. La figure 29 illustre une station de pompage type avec pompe à hélice et puisard qui recueille l'eau de drainage souterrain.
- Ne pas utiliser les drains souterrains comme réservoir, dans les sols limoneux ou sableux, car il pourrait en résulter une défaillance du système attribuable à l'instabilité du sol. Voir à ce que le niveau d'arrêt soit situé sous la sortie du drain d'arrivée.
- Utiliser un bassin recueillant les eaux de drainage souterrain afin de réduire au minimum le nombre de mises en marche de la pompe. Il est préférable que le bassin soit de forme circulaire, et en acier ondulé, de bois traité sous pression ou de béton coulé.

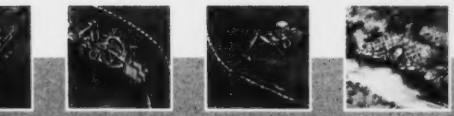
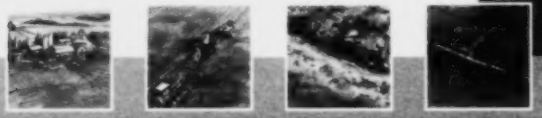


Table 11. Données pour la conception de systèmes de drainage munis d'une pompe

Capacité de la pompe et puissance du moteur					Volume minimal de stockage requis		
	Débit d'eau des drains		Débit de l'eau de surface et des drains		Commande automatique		Commande manuelle. Débit de l'eau de surface et des drains
Surface drainée	Pompe	Moteur	Pompe	Moteur	Débit de l'eau des drains	Débit de l'eau de surface et des drains	
ha (ac)	L/s (gal/min)	kW (hp)	L/s (gal/min)	kW (hp)	m^3 (pi^3)	m^3 (pi^3)	m^3 (pi^3)
4 (10)	**10** (132)	**1,1** (1,5)	**11** (145)	**1,1** (1,5)	**1,0** (35)	**1,2** (42)	**200** (7 063)
8 (20)	**20** (264)	**1,1** (1,5)	**23** (304)	**1,1** (1,5)	**1,5** (53)	**1,8** (64)	**400** (14 126)
16 (40)	**30** (396)	**1,1** (1,5)	**38** (502)	**1,5** (2)	**2,8** (100)	**3,4** (120)	**600** (21 189)
24 (60)	**40** (528)	**1,5** (2)	**45** (594)	**2,2** (3)	**4,2** (150)	**5,0** (177)	**800** (28 252)
32 (80)	**50** (660)	**2,2** (3)	**60** (792)	**3,7** (5)	**5,7** (200)	**6,8** (240)	**1 000** (35 315)
40 (100)	**60** (792)	**3,7** (5)	**75** (990)	**3,7** (5)	**9,5** (336)	**11,5** (406)	**1 200** (42 378)
60 (150)	**90** (1 188)	**5,5** (7,4)	**115** (1 518)	**5,5** (7,4)	**14,0** (495)	**16,8** (593)	**1 800** (63 566)
80 (200)	**125** (1 650)	**5,5** (7,4)	**150** (1 980)	**7,4** (10)	**18,9** (667)	**22,7** (800)	**2 500** (88 287)

- Si un fossé est utilisé comme réservoir, le creuser jusqu'au niveau de la pompe afin de permettre à cette dernière d'être bien submergée. La quantité d'eau à vider à chaque pompage, tel qu'indiqué à la figure 28, peut varier, mais elle est en général de 600 mm (24 po) pour les réservoirs munis d'une pompe automatique et de 300 à 400 mm (12-16 po) pour les fossés servant de réservoirs munis d'une pompe manuelle. Les capacités minimales de stockage nécessaires sont indiquées au tableau 11. La capacité de la pompe peut être réduite lorsque la capacité de stockage est supérieure à ce qui est indiqué au tableau 11.
- Si l'on prévoit pomper l'eau de surface, prendre alors en considération d'autres données relatives au volume et à la fréquence des précipitations, ainsi qu'aux dommages causés aux cultures et tenir compte du ruissellement.



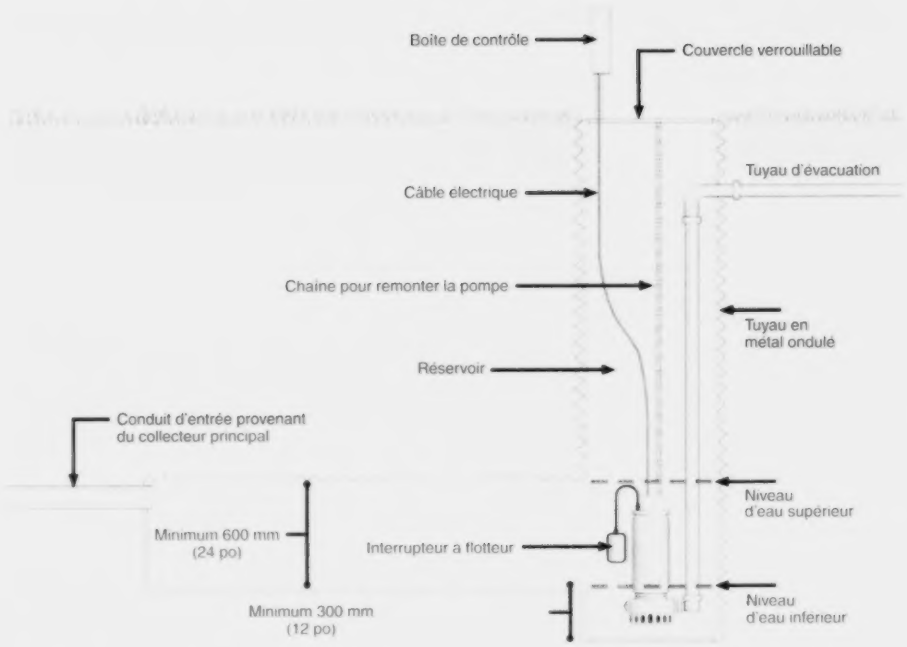


Figure 28. Station de pompage type avec pompe submersible

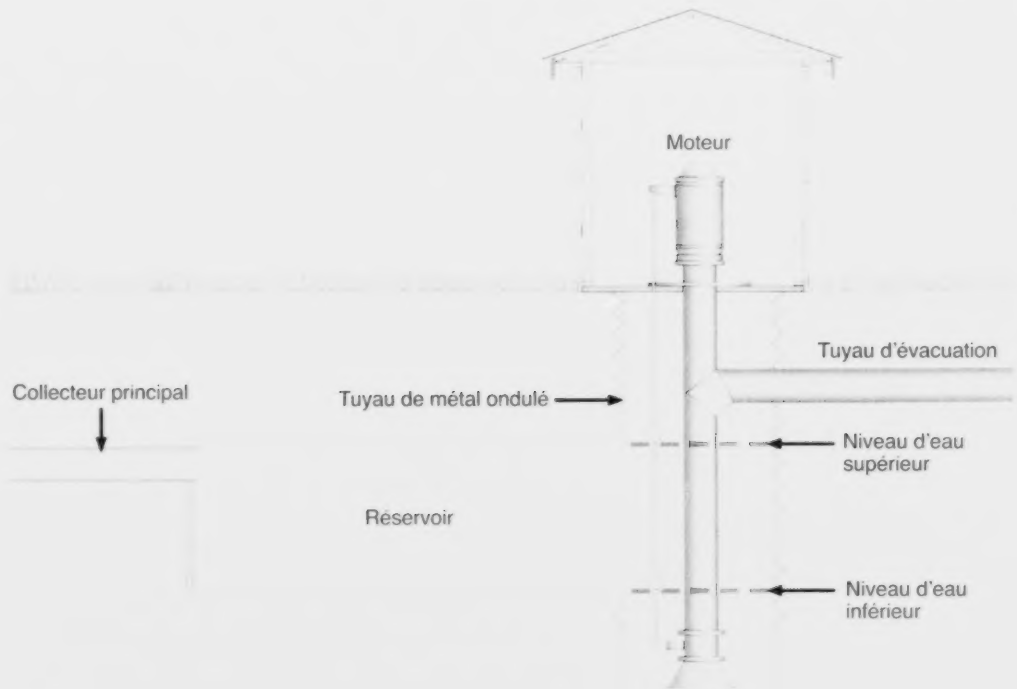
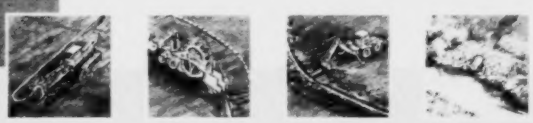


Figure 29. Station de pompage type avec pompe à hélice



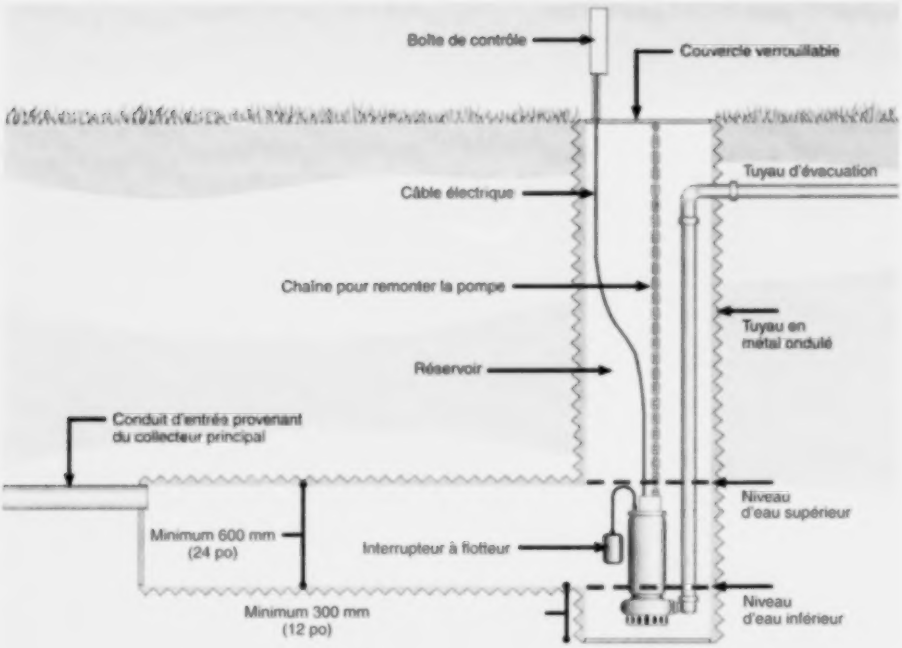


Figure 28. Station de pompage type avec pompe submersible

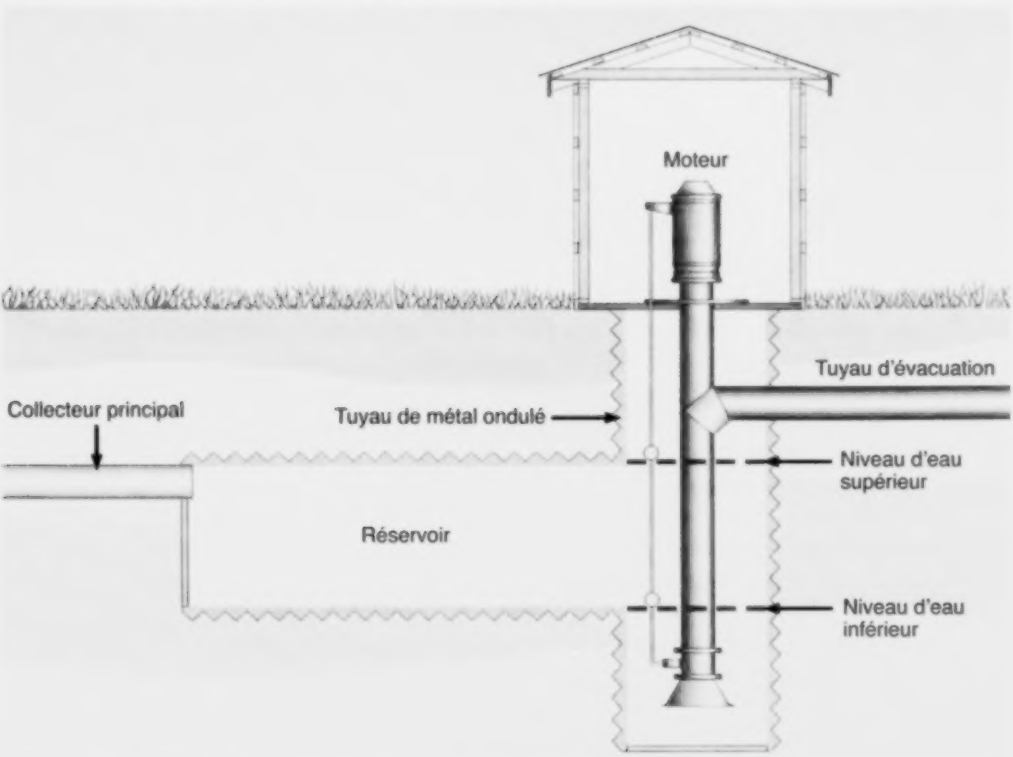
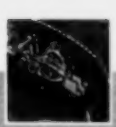
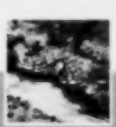


Figure 29. Station de pompage type avec pompe à hélice





Annexe A

Description détaillée des classes de drainage (voir la section 2.4)

Il existe des cartes pédologiques à de nombreuses échelles pour représenter l'ensemble ou une partie des différents comtés de la province. Chaque carte comprend des unités de cartographie pédologique généralement associées à une série, une famille ou une association de sols.

Une *série de sols* regroupe des sols formés à partir d'une roche-mère similaire et dont les horizons (ou couches) et les propriétés sont semblables.

Le *type de sol* est l'unité du système de classification des sols; il est identifié par le nom de la série de sols auquel on ajoute un descripteur comme loam argileux, argile, sable, etc. Une famille de sols regroupe différentes séries de sols.

Une *association de sols* regroupe des séries de sols dont les caractéristiques et la distribution sont semblables. Les familles de sols et les associations de sols sont particulièrement importantes pour les questions de drainage bien que le type de sol constitue l'unité déterminante.

Tableau A1. Description générale des profils de sol

(Origine de l'eau de drainage et caractéristiques des différents horizons)

Classe de drainage	Description	Horizon « A »	Horizon « B »	Horizon « C »	Familles
S1	Texture globale fine. Profil pauvre, augmentation du compactage en profondeur.	Texture fine à moyenne; A, ALi ou LLiA. Structure granulaire.	Texture fine; A. Structure polyédrique grossière.	Texture fine; A. Structure polyédrique on amorphe, moyenne à grossière.	Clyde, Haileybury, Lincoln, Minesing, New Liskeard, Renfrew, Rideau, South Bay.
S2	Texture globale moyenne et structure bien définie. Augmentation du compactage en profondeur. Saturation par l'eau de gravité aux profondeurs inférieures à 1 m, sur roche-mère.	Texture moyenne; L, LLi, LA ou LLiA. Structure lamellaire ou granulaire.	Texture fine à moyenne; A, LLiA, LA. Structure polyédrique subangulaire à angulaire, moyenne à grossière.	Texture fine à moyenne; A, ALi, LLiA, LA. Structure polyédrique angulaire moyenne à grossière, structure prismatique on amorphe.	Beverly, Brantford, Brookston, Cane, Conover, Dorking, Elderslie, Haldimand, Huron, Miami, Ontario, Perth, Renfrew, St. Clements, Wellesley, Wilmot.
S3	Texture globale moyenne à grossière. Les solums sont plus profonds qu'en S2. Saturation par l'eau de gravité aux profondeurs inférieures à 1 m, au II A.	Texture moyenne à grossière; L, LS, SL ou S. Structure particulaire ou lamellaire fine.	Texture moyenne à grossière; LSA, L, LS, S. Structure lamellaire ou structure polyédrique subangulaire fine à grossière.	Texture fine à moyenne; A, ALi, LLiA, LA, LSA, LLi. Structure polyédrique angulaire grossière.	Allendale, Bainsville, Berrien, Bookton, Bucke, Honeywood, Maplewood, Mountain, Nipissing, Tuscola.
S4	Texture globale moyenne à grossière, associée à un horizon B à texture fine qui peut nuire au drainage souterrain.	Texture moyenne à grossière; LSA, LLi, L, LS, SL, S. Structure granulaire moyenne.	Texture moyenne à grossière; LSA, ALi, LLiA, LSA. Structure subangulaire moyenne à structure angulaire moyenne.	Texture moyenne; L, LA, LLi, LSA, LLiA. Structure prismatique fine à polyédrique angulaire.	Boomer, Earlton, Evanturel. Certains Luvisols gris du nord de l'Ontario appartiennent à cette classe.
S5	Sol du genre tourbeux caractérisé par des dépressions. La couche arable est riche en matière organique.	Organique.	Sable fin à moyen.	Texture fine; A. Structure amorphe.	Belmeade.
S6	Sol peu profond sur assise rocheuse.	Texture moyenne à grossière. Structure moyenne.	Texture fine à moyenne. Structure polyédrique subangulaire moyenne à structure polyédrique angulaire moyenne.	S.O.	Ameliasburg, Bastard, Brooke, Farmingotn, Franktown, Gerow, Lockport, Shashawandah, Trafalgar, Tweed.

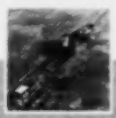
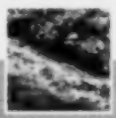



Tableau A1. Description générale des profils de sol (suite)

(Origine de l'eau de drainage et caractéristiques des différents horizons)

Classe de drainage	Description	Horizon « A »	Horizon « B »	Horizon « C »	Familles
G1	Sols développés sur loam ou loam limoneux. Sol stratifié en raison de la présence d'eau stagnante à la surface. Saturation saisonnière par l'eau de gravité liée à une nappe d'eau perchée.	Texture moyenne; L, LLi. Structure granulaire.	Texture moyenne; S, LS. Structure particulaire à structure polyédrique subangulaire moyenne.	Texture moyenne; L, LLi. Peut être stratifié. Structure polyédrique subangulaire grossière à amorphe.	Colwood, Conestoga, Coutts, Freeport, Grand, Grenville, Guelph, Howland, Killean, London, Lyons, Macton, Magnetawan, Mannheim, Maryhill, Matilda, Moose, Osprey, Otonabee, Vasey, Wabi, Woolwich.
G2	Sables délavés, d'une profondeur de plus d'un mètre sur un till argileux, ou une argile lacustre. Saturation saisonnière par l'eau de gravité liée à une nappe d'eau perchée.	Texture grossière; S, LS. Structure granulaire.	Texture grossière; S, LS. Structure particulaire à structure polyédrique subangulaire moyenne.	Texture grossière; S, LS. Structure particulaire friable.	Berriedale, Brady, Elmira, Fox, Granby, Kenabeek, Rubicon.
G3	Sols profonds à texture grossière saturés de manière saisonnière en raison d'une nappe d'eau régionale.	Texture moyenne à grossière; L, LS. Structure granulaire.	Texture moyenne à grossière; S, LS. Structure granulaire.	Sable ou gravier, possiblement sur fond rocheux.	Alliston, Ayr, Brisbane, Burford, Burpee, Donald, Dumfries, Eastport, Floradale, Fort, Gwillimbury, Hawkesville, Haysville, Heidelburg, Hendrie, Hespeler, Kirkland, Lisbon, Pontypool, Preston, Sargent, Springvale, St. Peter, Sullivan, Tioga, Wendigo.

Source : Estimating Saturated Hydraulic Conductivity from Soil Morphology, J.A. McKeague, C. Wong, G.C. Topp, Soil Science Society of America , 46:1239-1244, 1982.

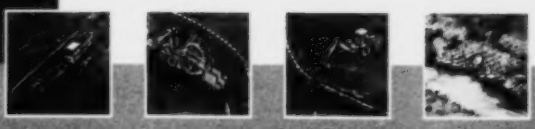
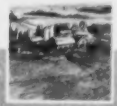
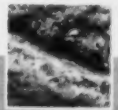
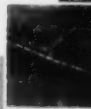


Tableau A2. Description des classes de drainage (voir la figure A1)

Caractéristiques du drainage selon les profils de sol
Les sols **S1** sont difficiles à égoutter. La surface est de texture fine et les couches inférieures ont une structure polyédrique ou massive (amorphe), ce qui entrave la circulation rapide de l'eau. La densité du sol augmente avec la profondeur et la conductivité hydraulique est très faible. Des drains souterrains n'ont été installés que rarement dans les sols mal drainés. Toutefois, on obtient des résultats satisfaisants en ayant recours à des pratiques qui ameublissent la surface du sol et favorisent la porosité, comme le labour profond. Le drainage en surface demeure la technique de choix.
Les sols **S2** ont une texture plus grossière que celle des sols S1 et s'égouttent mieux. On retrouve, à une profondeur variant de 600 à 900 mm (2-3 pi) un horizon B à texture plus fine qui entrave le drainage. Le drainage souterrain est très répandu dans les sols de cette classe, surtout dans les sols mal égouttés, bien que les sols bien ou incomplètement égouttés soient fréquemment drainés. On obtient de meilleurs résultats en plaçant les drains à peu de profondeur, dans l'horizon B.
Les sols **S3** ressemblent aux sols S2 dans la mesure où l'on y retrouve, à peu de profondeur, une zone saturée résultant d'une nappe d'eau perchée. Les horizons A et B ont une texture plus grossière. Une meilleure structure du sol améliore l'efficacité du drainage souterrain. Les drains devraient être placés dans l'horizon B, au-dessus de l'horizon C, plus dense. Moins de 10 % des sols de l'Ontario sont dans la classe S3. Le drainage souterrain est plus fréquent dans les sols à égouttement incomplet et parfois dans les sols bien ou peu égouttés.
Les sols **S4** ont une surface à texture grossière et possèdent une bonne structure, tout comme l'horizon C. Le mauvais drainage de ces sols est attribuable à l'horizon B imperméable, de texture fine, généralement présent à 300 mm (1 pi) de profondeur. Il peut arriver qu'à cause de cette couche dense, le tuyau de drainage placé dans la roche-mère ne reçoive pas d'eau d'égouttement, sauf aux endroits où une tranchée a perturbé l'égouttement interne. Un bon drainage en surface et des labours profonds pour ameublir l'horizon B, si le profil le permet, sont recommandés. Les sols S4 sont rares en Ontario.
Les sols **S5** sont une couche organique de profondeur variable qui repose sur une couche de sable ou d'argile. Avant de drainer artificiellement ces sols, il est très important d'évaluer la profondeur de la couche organique. Il est peu probable qu'un sol organique qui repose sur du sable s'égoutte de façon satisfaisante. Les sols organiques sur argile se consolideront sous l'effet du drainage. On ne devrait donc pas envisager de les drainer à moins qu'ils n'aient au moins un mètre de profondeur. Les sols S5 présentent des problèmes particuliers qui exigent des solutions spéciales. Il arrive souvent que les dépôts d'ocre posent des problèmes dans ces sols.
Les sols **S6** présentent habituellement une texture moyenne à grossière sur assise rocheuse peu profonde. L'analyse des relevés détaillés du sol permettra de déterminer s'il est possible de mettre en place un système de drainage souterrain, car on peut ainsi vérifier si le sol est suffisamment profond pour recouvrir adéquatement les drains. Comme ces sols sont très variés, le guide n'offre pas de recommandation quant à la profondeur et à l'écartement des drains. Chaque cas doit être évalué selon les circonstances.
Les sols **G1** recouvrent de grandes superficies en Ontario; un cinquième du drainage se fait dans ces sols. Quelle que soit leur texture ou leur structure, tous ces sols alimentés par de l'eau souterraine s'égouttent facilement; toutefois, la profondeur du sol est variable ainsi que la nature de l'engorgement selon que ce dernier est attribuable à une nappe d'eau régionale ou locale. La plupart des sols G1 sont classés comme bien égouttés. Le profil a tendance à être de texture moyenne, sans grandes variations selon la profondeur. Les profils des sols G1 et S3 sont semblables dans la mesure où l'humidité résulte d'une nappe d'eau perchée sur l'horizon C, moins d'un mètre (3 pi) pour les sols S3 et plus d'un mètre (3 pi) pour les sols G1. Les sols diffèrent également quant à leur conductivité hydraulique : celle des sols G1 est deux fois plus élevée.
L'humidité des sols **G2** provient d'une nappe régionale; la nappe phréatique se situe à trois mètres (10 pi) en été et fournit un apport d'eau constant au printemps. Ces sols ont tendance à être de texture grossière et les ouvrages de drainage n'y sont pas très répandus. Les drains doivent y être posés en profondeur.
Les sols **G3** doivent également leur humidité à une nappe régionale, qui est toutefois plus profonde en été : 12 mètres (40 pi) ou plus. Environ 15 % des sols de l'Ontario font partie de cette classe, et les systèmes de drainage se retrouvent uniformément dans chacune des classes de drainage naturel. On doit placer les drains profondément dans l'horizon C afin de capter la nappe remontante. Ces sols sont habituellement de texture grossière ou graveleuse.



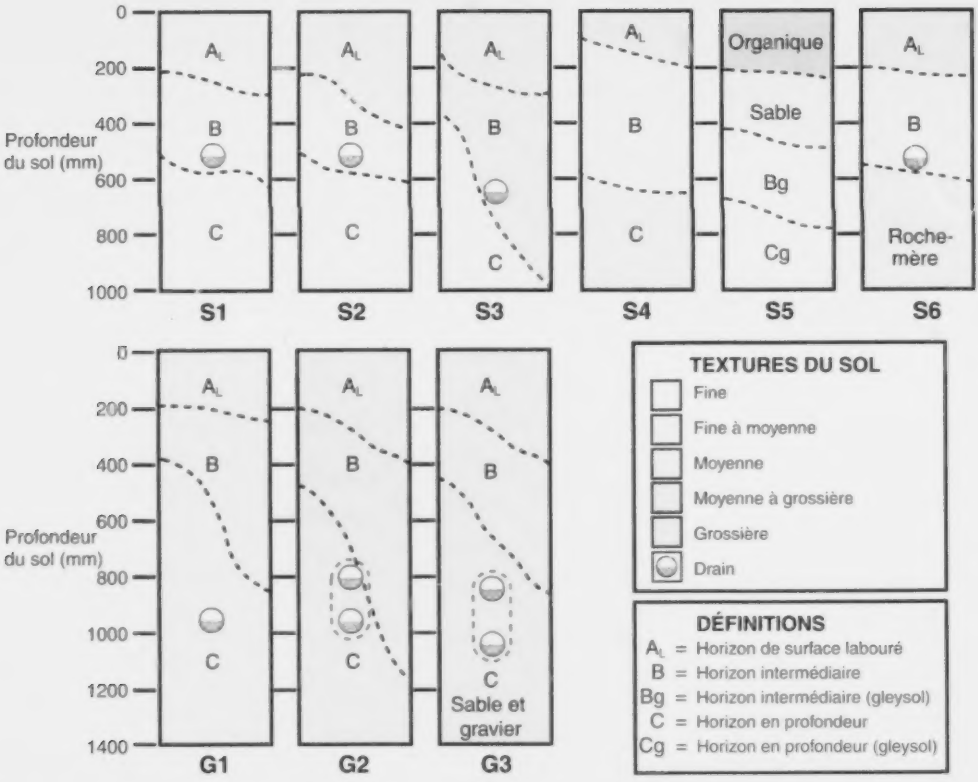
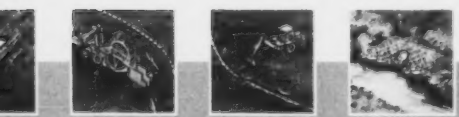


Figure A1. Modèle schématisé des profils de sol selon le code de drainage

Tableau A3. Catégories de conductivité hydraulique

Catégorie de drainage	Vitesse relative d'égouttement	Classe de drainage	Groupe hydrologique de l'USDA	Conductivité hydraulique (K)			
				m/s	(po/h)	m/jour	(pi/jour)
Élevée	TR		A	$1,4 \times 10^{-4}$	(19,84)	12,0	(39,4)
	R		A	$4,6 \times 10^{-5}$	(6,52)	3,97	(13,0)
Moyenne	MR	G2, S3, G1, G3	B	$1,2 \times 10^{-5}$	(1,70)	1,037	(3,40)
	M	G2	B	$4,6 \times 10^{-6}$	(0,652)	0,397	(1,30)
	ML	S2	C	$1,2 \times 10^{-6}$	(0,170)	0,104	(0,33)
Basse	L	S3, G3, G1	C	$4,6 \times 10^{-7}$	(0,0652)	0,040	(0,130)
	TL		D	$4,6 \times 10^{-8}$	(0,0065)	0,004	(0,013)
	EL	S1, S2	D				

Légende : R – rapide, TR – très rapide, MR – modérément rapide, M – modérée, ML – modérément lente, L – lente, TL – très lente, EL – extrêmement lente



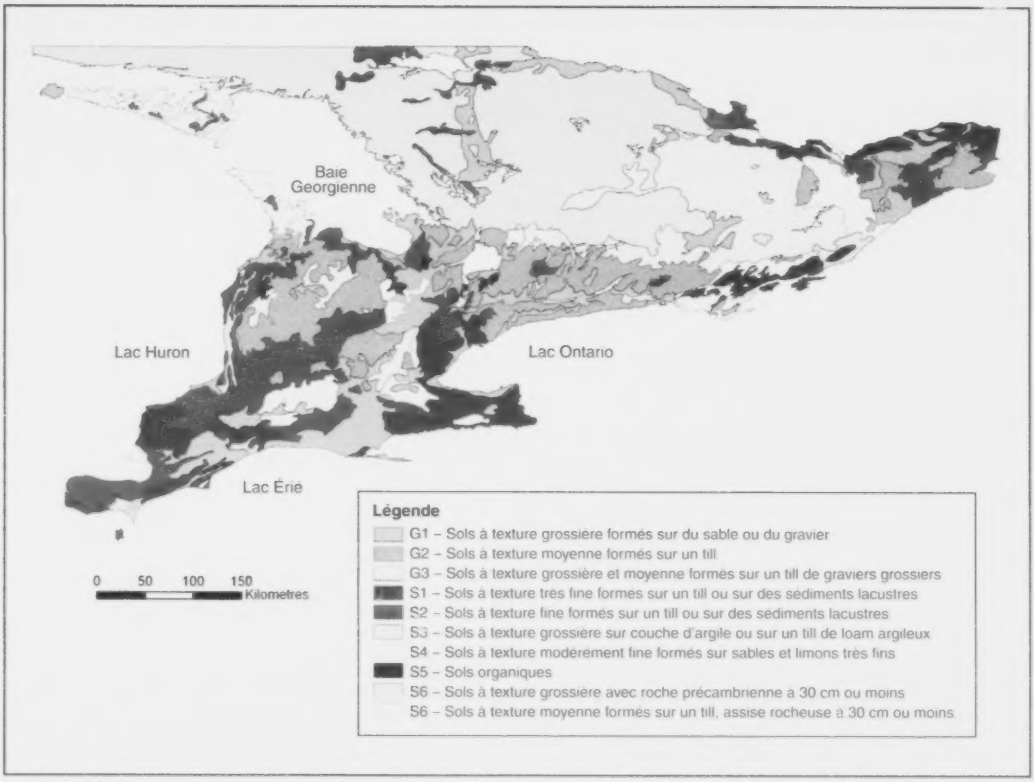


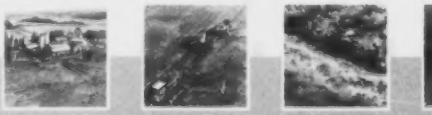
Figure A2. Distribution générale des profils de sol selon le code de drainage

Source : Soil Resources and Land Use Hazards in Southern Ontario. B.C. Matthews. Canadian Geographer. 8: 55 – 62. 1956. Overcoming Barriers to Yield. B.D. Kay, R.W. Sheard, L.A. Battison. Notes on Agriculture, p. 17. Vol. XIV. No. 2. 1984.

Tableau A4. Groupes hydrologiques de l'USDA (voir la section 2.5)

Groupe hydrologique de sol	Description
A. Potentiel de ruissellement faible	Sols qui présentent un taux d'infiltration élevé, notamment les sables profonds qui contiennent très peu de limon et d'argile.
B. Potentiel de ruissellement modérement faible	Sols qui présentent un taux d'infiltration modéré lorsqu'ils sont détrempés; il s'agit surtout de sols sableux moins profonds que ceux du groupe A. Le taux d'infiltration des sols du groupe B est supérieur à la moyenne lorsque ces derniers sont gorgés d'eau.
C. Potentiel de ruissellement modérément élevé	Sols qui présentent un faible taux d'infiltration lorsqu'ils sont détrempés, notamment les sols peu profonds et ceux qui sont relativement riches en argile et en colloïdes (moins riches que ceux du groupe D). Le taux d'infiltration des sols du groupe D est inférieur à la moyenne lorsque ces derniers sont gorgés d'eau.
D. Potentiel de ruissellement élevé	Sols qui présentent un très faible taux d'infiltration lorsqu'ils sont détrempés. Il s'agit surtout d'argiles ayant un pourcentage élevé de gonflement. Ce groupe comprend aussi des sols peu profonds ayant des horizons superficiels presque imperméables.

Note : Un sol peut appartenir à deux groupes hydrologiques selon qu'il est drainé ou non.



Classes de drainage naturel (3e caractère du code de drainage)

Les classes de drainage naturel sont établies en fonction de la fréquence et de la durée des périodes durant lesquelles le sol est entièrement ou partiellement saturé d'eau, sous des conditions naturelles sans que le drainage ait été amélioré. On distingue cinq classes de drainage naturel dans le guide.

Tableau A5. Classes de drainage naturel[1]

Désignation	Description
W	**Bon** – L'humidité du sol ne dépasse pas la capacité au champ, dans aucun des horizons (sauf peut-être le C), durant une partie importante de l'année. Le sol est généralement exempt de marbrures dans le premier mètre (3 pi) du profil; ces marbrures peuvent toutefois être présentes au-dessous de ce niveau. L'horizon B, s'il existe, est rougeâtre, brunâtre ou jaunâtre. L'eau s'égoutte aisément, mais assez lentement.
M	**Modéré** – L'humidité du sol dépasse la capacité au champ durant une courte, mais relativement importante, période de l'année. Le sol est généralement marbré dans l'horizon B inférieur et l'horizon C ou au-dessous de 750 mm (30 po) de profondeur. L'horizon Ae, si présent, peut comporter de légères mouchetures dans les sols à texture fine et moyenne ayant une couche peu perméable sous le solum. Dans les sols de prairies, les horizons B et C peuvent être faiblement marbrés tandis que l'horizon A est assez épais et de couleur foncée. L'eau s'égoutte plutôt lentement au cours de certaines périodes.
I	**Imparfait** – La quantité d'eau dans le sol dépasse la capacité au champ et persiste dans les horizons profonds durant d'assez longues périodes. Le sol est généralement marbré dans les horizons B et C. L'horizon Ae, s'il est présent, peut être tacheté. La matrice a habituellement une coloration moins intense que celle d'un sol bien drainé issu de la même roche-mère. L'eau s'égoutte plutôt lentement et le sol demeure donc mouillé pendant de longues périodes au cours de la saison de croissance.
P	**Mauvais** – La quantité d'eau dans le sol dépasse la capacité au champ et le sol reste saturé d'eau dans tous les horizons pendant une très grande partie de l'année. Les sols sont en général très fortement gleyifiés. Sauf dans les sols issus de matériaux très colorés, l'horizon B, s'il est présent, et la partie supérieure de l'horizon C, présentent des matrices de couleur peu intense. De légères marbrures peuvent s'observer dans le profil. L'eau s'égoutte si lentement que le sol est périodiquement saturé durant la saison de croissance ou demeure mouillé pendant de longues périodes.
V	**Très mauvais** – L'eau libre séjourne à la surface ou dans les 300 mm (1 pi) sous cette dernière pendant la majeure partie de l'année. Les sols sont en général très fortement gleyifiés. Les horizons inférieurs ont habituellement une couleur peu intense avec des teintes allant du jaunâtre au bleuâtre. Les marbrures ne s'observent que dans les couches profondes du profil. Les sols très mal drainés ont ordinairement un horizon superficiel humifère ou tourbeux. L'eau s'égoutte si lentement que l'eau libre demeure à la surface ou sur cette dernière pendant la majeure partie de la saison de croissance.

[1]Source : La classification canadienne des sols Agriculture Canada, 1972.
Voir le tableau A2. Estimating Saturated Hydraulic Conductivity from Soil Morphology. J. A. McKeague, C.Wong, G.C. Topp. SSSA 46 #6, 1239 – 1244, 1982.

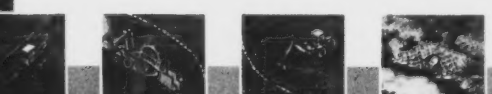


Tableau A6. Classes des pentes (4e caractère du code de drainage)

Code	Pente	Terminologie	Catégorie de pentes d'après le Système canadien de classification des sols
1	0-0,5 %	horizontale	1
2	0-2 %	horizontale à presque horizontale	1 et 2
3	0,5-2 %	presque horizontale	2
4	0,5-5 %	presque horizontale à pentes très douces	2 et 3
5	2-5 %	pentes très douces	3
6	2-9 %	pentes très douces à pentes douces	3 et 4
7	2-15 %	pentes très douces à pentes modérées	3, 4 et 5
8	6-15 %	pentes douces à pentes modérées	4 et 5
9	10-30 %	pentes modérées à pentes fortes	5 et 6

Sous-classes de possibilités d'utilisation des sols

Ces sous-classes sont des subdivisions des classes de possibilités d'utilisation et représentent les limitations agricoles de ces classes. Il existe treize sous-classes de facteurs limitatifs. On trouvera ci-dessous une brève description de six de ces sous-classes ainsi que les codes utilisés pour les désigner sur les cartes.

Structure du sol défavorable ou faible perméabilité (D) – Comprend les sols difficiles à labourer, ou qui absorbent l'eau très lentement, ou dans lesquels la profondeur de la zone d'enracinement est limitée par d'autres facteurs que la présence d'une nappe phréatique élevée ou de roc solide.

Inondations causées par des cours d'eau ou des lacs (I) – Comprend les sols exposés aux inondations qui causent des dégâts aux cultures ou réduisent les possibilités d'utilisation agricole.

Déficit en eau (M) – Comprend les sols dont les cultures sont affectées par la sécheresse en raison de particularités inhérentes à ces sols. Il s'agit généralement de sols qui présentent une faible capacité de rétention d'eau.

Pierrosité (P) – Comprend les sols suffisamment pierreux pour compliquer ou empêcher les labours, les semis et les récoltes. Les sols pierreux sont ordinairement moins productifs que des sols similaires non pierreux.

Proximité de la roche-mère consolidée (R) – Comprend les sols où la présence d'une assise rocheuse près de la surface en restreint l'usage pour la culture. La présence de roc à plus d'un mètre (3 pi) de profondeur n'est pas considérée limitative, sauf dans les terrains irrigués où une couche plus profonde de sol sur le roc est souhaitable.

Excès d'eau (W) – Comprend les sols où l'excès d'eau, de provenance autre que les crues, constitue une importante limitation à la culture. Ce surplus d'eau peut être attribuable à un mauvais drainage des sols, à la présence d'une nappe phréatique peu profonde ainsi qu'à l'infiltration ou au ruissellement d'eau provenant des environs.

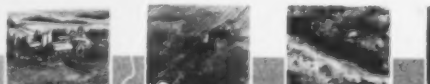
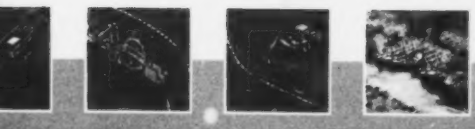


Tableau A7. Classes de possibilités d'utilisation agricole des sols (voir le tableau 2)

Classe 1	Les sols de cette classe ne comportent aucun facteur limitatif en ce qui a trait aux possibilités culturales.
Classe 2	Les sols de cette classe présentent des limitations modérées qui restreignent la gamme des cultures possibles ou qui exigent l'application de mesures ordinaires de conservation.
Classe 3	Les sols de cette classe présentent des limitations assez importantes qui restreignent la gamme des cultures possibles ou qui nécessitent l'application de pratiques particulières de conservation.
Classe 4	Les sols de cette classe comportent de graves limitations qui restreignent la gamme des cultures ou qui exigent des pratiques de conservation.
Classe 5	Les sols de cette classe comportent de très sérieuses limitations qui en restreignent l'exploitation à la culture de plantes fourragères vivaces, mais ils peuvent faire l'objet de travaux d'amélioration.
Classe 6	Les sols de cette classe sont uniquement aptes à la culture de plantes fourragères vivaces, sans aucune possibilité d'amélioration.
Classe 7	Les sols de cette classe sont impropres à la culture et au pâturage permanent.



Annexe B

Organigramme des situations possibles de drainage et des solutions correspondantes

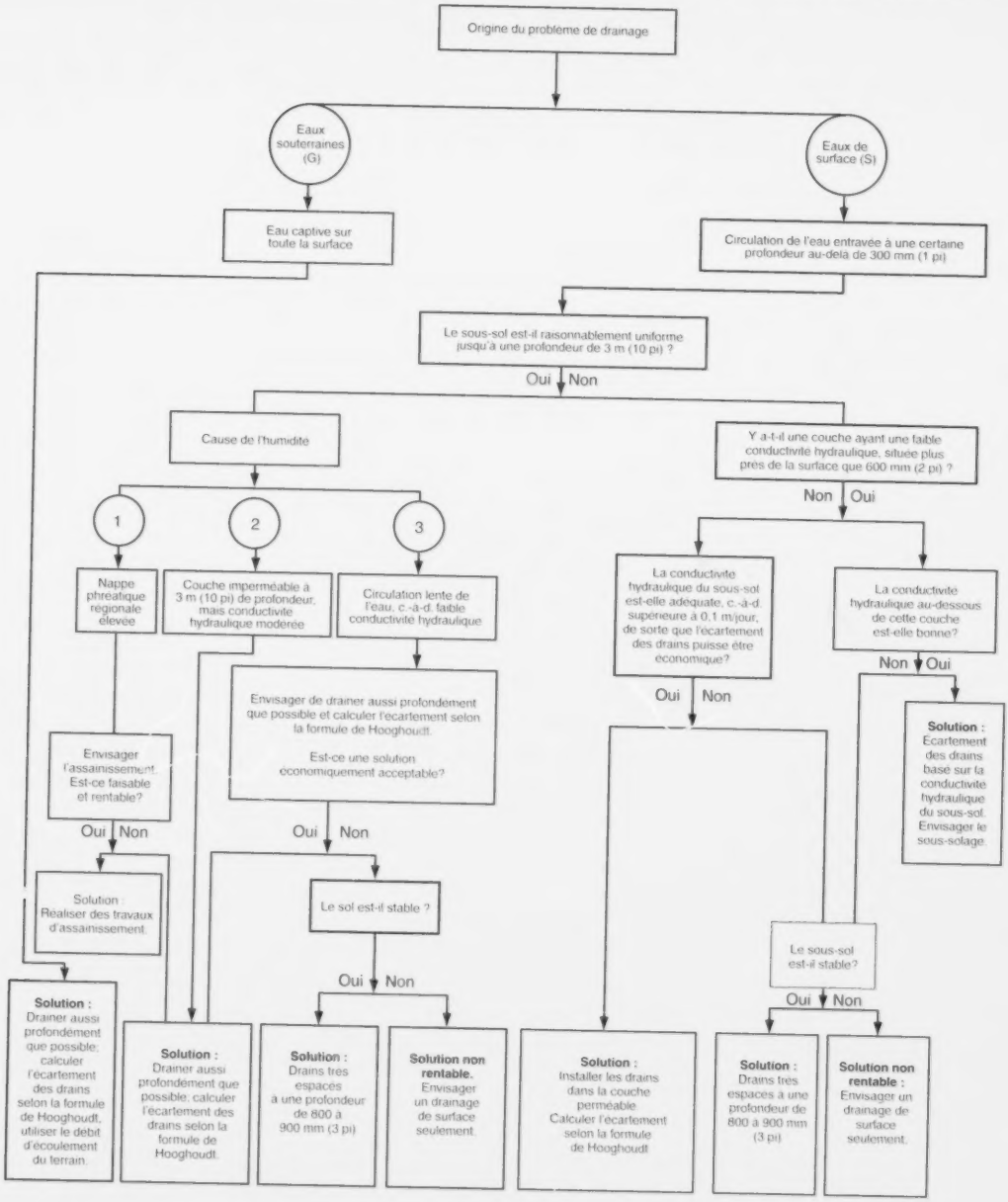
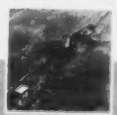
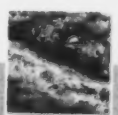


Figure B1. Comment déterminer l'écartement des drains

Le *Guide de drainage* suggère une méthode empirique pour déterminer l'écartement des drains, fondée sur une longue expérience à l'échelle locale. L'espacement des drains peut être calculé de façon scientifique si l'on connaît les valeurs de certaines propriétés du sol. La figure B1 représente un organigramme de la marche à suivre pour évaluer la source de l'excès d'eau, avant d'avoir recours à l'équation suivante qui permet de calculer l'écartement des drains. Cette formule universelle est attribuable à S.B. Hooghoudt (1940), et son usage est très répandu.

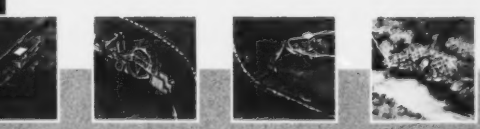
Source : Hooghoudt, S.B. 1940. Bijdrage tot de kennis van enige natuurkundige grootheden van de grond. Versl. Landb. Onderz. N° 46 (14) B:515-707.

Note : voir la section 2.6 Calcul de l'écartement théorique des drains

Équation de Hooghoudt : $E^2 = (4/T)(2K_2 p_e m + K_1 m^2)$ où

- E = écartement des drains (m)
- K_1 = conductivité hydraulique au-dessus de drains, m/j (B2)
- K_2 = conductivité hydraulique sous les drains, m/j (B2)
- p_e = profondeur équivalente d'écoulement sous les drains ou profondeur réelle de sol perméable (B3) compte tenu du niveau de la couche imperméable, de l'écartement des drains et du diamètre des drains (m).
- m = profondeur de la nappe phréatique à mi-chemin entre les drains (m)
- T = taux de drainage (ou coefficient de drainage), m/jour (voir la section 2.10)

La conductivité hydraulique saturée (K_{sat}) représente la quantité d'eau qui circulerait verticalement à travers une unité de sol saturé en une période donnée et pour un gradient hydraulique donné. Puisque les mesures sont difficiles à prendre et qu'elles sont connues pour relativement peu de sols, les estimations de la conductivité hydraulique saturée sont basées sur certaines propriétés des sols, à savoir la taille et la forme des pores du sol ainsi que leur distribution dans ce dernier. La texture est la propriété la plus déterminante du sol pour l'estimation de la conductivité hydraulique saturée. On doit idéalement mesurer les conductivités hydrauliques, K_1 et K_2, dans le champ. Lorsqu'on ne peut pas utiliser de mesures réelles, on estime alors les valeurs à partir du graphique sur les rapports entre la conductivité et la texture des sols, illustré à la figure B2.



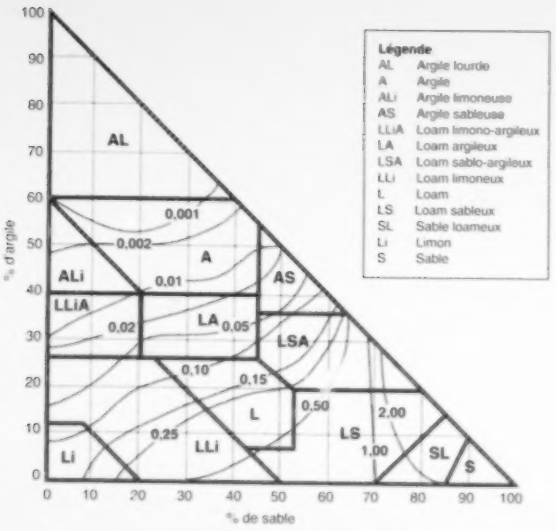


Figure B2. Estimation de la conductivité hydraulique à partir de la texture des sols

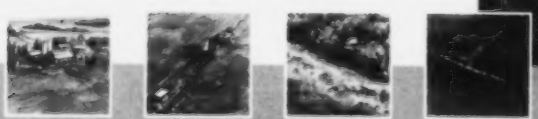
Étant donné que E modifie p_e, l'équation ne peut être résolue directement; on devra donc procéder par essais-erreurs. Il est toutefois moins fastidieux de présumer d'un espacement E et de calculer la conductivité hydraulique K. En procédant de cette manière, il est possible de résoudre ce problème à deux inconnus uniquement si l'on suppose que les conductivités K_1 et K_2 sont reliées par un rapport numérique quelconque (p. ex. : $K_1 = 2K_2$, $K_2 = 5K_2$, etc.).

Sous cette forme, l'équation se lit :

$$K_2 = (TE^2)/(8\ p_e\ m + 4n\ m^2)$$

où n = le rapport numérique entre K_1 et K_2. La figure B3 permet de calculer la profondeur équivalente (p_e) pour un écartement et une profondeur donnés de la couche imperméable.

À la figure B4, on suppose un taux de ' -ge T de 0,01 m/jour (cultures céréalières); cette valeur semble généralement convenir pour l'Ontario. En réalité, les critères de conception des plans doivent être adaptés au type de culture et au climat de la région. Les connaissances actuelles ne permettent pas d'être plus précis à ce chapitre. Dans les calculs, on a estimé la profondeur de la nappe à mi-chemin entre les drains (m) à 50 cm (20 po). Il s'agit donc de 50 cm (20 po) de sol non saturé avec les drains à une profondeur de 1 m (3 pi), ou 30 cm (12 po) avec les drains à une profondeur de 80 cm (32 po), ou toute autre combinaison. L'écartement minimum, pour des raisons de rentabilité économique, a été fixé à 10 m (33 pi). La figure B4 illustre le rapport entre la conductivité hydraulique et l'espace entre les drains selon différents niveaux de la couche imperméable. Une couche imperméable est celle dont la conductivité hydraulique représente moins de ⅒ de celle du niveau supérieur. Il est à noter que le niveau de la couche imperméable est très important lorsqu'elle se situe près du niveau des drains, mais perd de l'importance à mesure qu'elle s'en éloigne.



Capacité de drainage

Il est difficile de prévoir si un sol s'égouttera assez rapidement pour rentabiliser les ouvrages de drainage souterrain. Lorsque le sol est saturé d'eau (capacité au champ), l'espace poral est presque entièrement occupé par l'eau, ce qui entrave la circulation de l'eau à travers les pores jusqu'aux conduites de drainage. L'espace poral du sol à travers lequel circule l'eau de drainage correspond à l'espace poral total moins l'espace occupé par la quantité d'eau retenue dans le sol après ressuyage du sol (capacité au champ – pression normale à ⅓ bar). La valeur obtenue équivaut à la capacité de drainage.

Capacité de drainage (%) = Porosité totale (%) – porosité à la capacité au champ

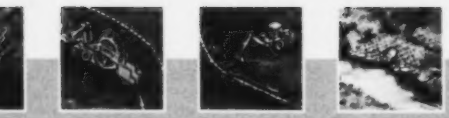
Si la capacité de drainage est trop faible (< 10 %), l'eau contenue dans le sol ne s'égouttera pas vers les tuyaux de drainage.

Tableau B1. Propriétés physiques représentatives des sols

Texture du sol	Densité apparente g/cc	Porosité totale % volume	Capacité au champ % saturation	Point de flétrissement % saturation
Sable	1,65 (1,55-1,80)	38 (32-42)	39 (31-47)	17 (10-24)
Loam sableux	1,50 (1,40-1,60)	43 (40-47)	49 (38-57)	21 (15-26)
Loam	1,40 (1,35-1,50)	47 (47-51)	66 (66-82)	30 (26-34)
Loam argileux	1,35 (1,30-1,40)	49 (47-51)	74 (66-82)	36 (32-40)
Argile limoneuse	1,30 (1,25-1,35)	51 (49-53)	79 (72-86)	38 (34-42)
Argile	1,25 (1,20-1,30)	53 (51-55)	83 (76-89)	40 (37-43)

Note : Les nombres entre parenthèses représentent les limites normales.

Source : Israelsen, O.W., et V.E. Hansen, 1962. Irrigation principles and practices, 3e éd., John Wiley and Sons, New York.



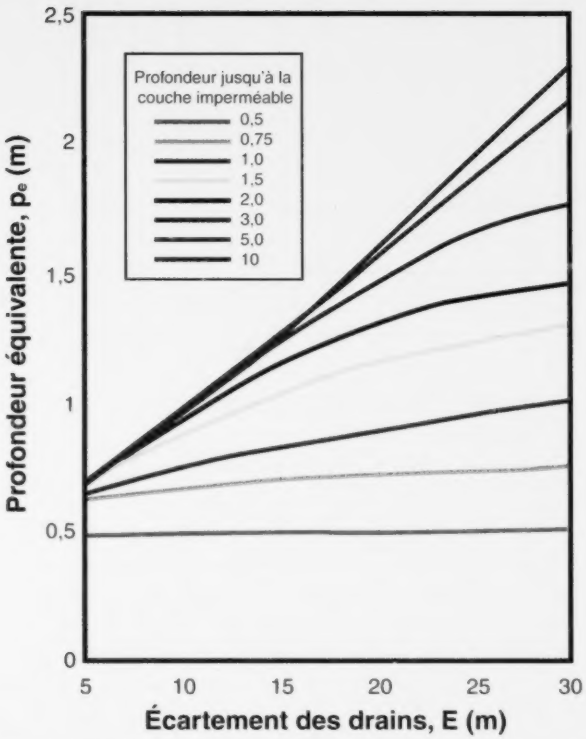


Figure B3. Évaluation de la profondeur équivalente selon l'écartement des drains (diamètre des drains : 100 mm)

Source : Labye, J. 1960. Note sur la formule de Hooghoudt. Bull. techn. du Génie rural (Min. de l'Agr.), no. 49-1.

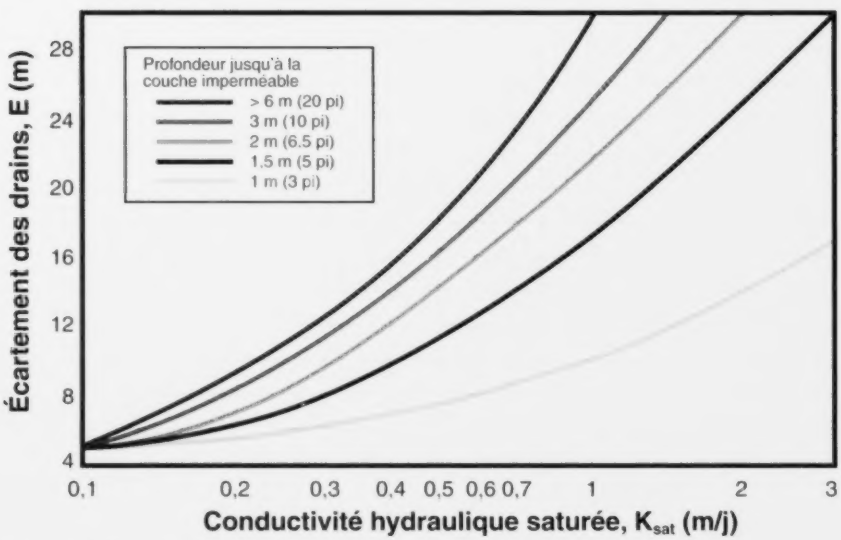
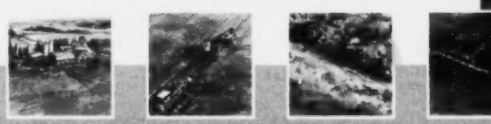
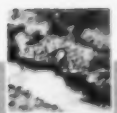


Figure B4. Relation générale entre la conductivité hydraulique à saturation et l'écartement des drains





Annexe C

Informations supplémentaires

Tableau C1. Longueur des drains latéraux requise par hectare et par acre

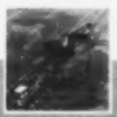
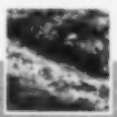
Écartement des drains latéraux m (pi)	Longueur de drain requise* m/ha (pi/acre)
6 (20)	1 667 (2 178)
9 (30)	1 111 (1 452)
12 (40)	833 (1 089)
15 (50)	667 (871)
18 (60)	556 (726)
25 (66)	400 (660)

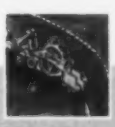
**Les exigences concernant les drains collecteurs principaux et secondaires ne sont pas incluses.*

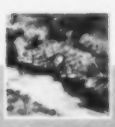
Tableau C2. Facteurs de conversion

Symbole	Quand la mesure est exprimée en	multiplier par	pour obtenir des	symbole
Longueur :				
mm	millimètres	0,039	pouces	po
m	mètres	3,281	pieds	pi
km	kilomètres	0,621	milles	mi
Superficie :				
m^2	mètres carrés	10,764	pieds carrés	pi^2
m^2	mètres carrés	0,0001	hectares	ha
km^2	kilomètres carrés	0,386	milles carrés	mi^2
ha	hectares	2,471	acres	ac
ha	hectares	10 764,0	pieds carrés	pi^2
ac	acres	43 560	pieds carrés	pi^2
Volume :				
L	litres	0,264	gallons (U.S.)	gal U.S.
L	litres	0,220	gallons (imp.)	gal (imp.)
L	litres	0,0353	pieds cubes	pi^3
L	litres	0,001	mètres cubes	m^3
m^3	mètres cubes	264,2	gallons (U.S.)	gal (U.S.)
gal (U.S.)	gallons (U.S.)	0,134	pieds cubes	pi^3
Débit :				
L/s	litres par seconde	15,850	gallons par minute	gpm (U.S.)
L/m	litres par minute	0,264	gallons par minute	gpm (U.S.)
m^3/s	mètres cubes par seconde	35,31	pieds cubes par seconde	pi^3/s
Autre :				
kW	kilowatts	1,341	chevaux-vapeur	cv (hp)

Pour convertir les mesures impériales en mesures métriques, diviser par le chiffre correspondant de la colonne 3.
Exemple : pour convertir 1,5 po en millimètres, résoudre l'équation suivante :
1,5 ÷ 0,039 = 38,1 mm.

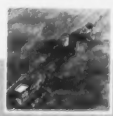
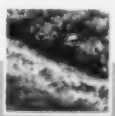
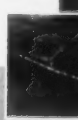




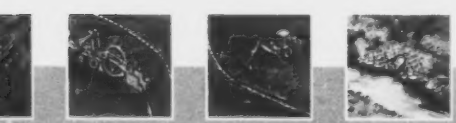
Annexe D

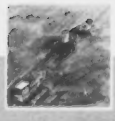
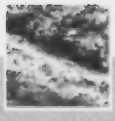
Glossaire

Bassin hydrographique	Surface totale de terrain située au-dessus du niveau d'un ruisseau ou d'un cours d'eau et qui l'alimente en eau de ruissellement.
Coefficient de drainage ou taux de drainage	La profondeur d'eau en mm/jour (po/jour) à évacuer d'une surface en 24 heures.
Coefficient de rugosité	Facteur exprimant la résistance à l'écoulement de l'eau dans un canal de surface ou à l'intérieur d'un drain qui est due à la friction.
Collecteur principal	Drain principal qui conduit l'eau d'égouttement des drains latéraux et des collecteurs secondaires jusqu'à un émissaire.
Collecteur secondaire	Embranchement du collecteur principal qui recueille l'eau provenant des drains latéraux.
Conductivité hydraulique	La vitesse de circulation de l'eau dans le sol.
Couche imperméable	Le sous-sol peut être considéré imperméable lorsque sa perméabilité correspond environ à 1/10 de celle du sol de surface.
Drain intercepteur	Fossé de surface, drain souterrain ou les deux, ayant pour but d'intercepter l'eau qui s'écoule. Peut aussi désigner un drain qui rassemble l'eau provenant de plusieurs autres drains dans le but de réduire au minimum le nombre de points de traverse de route ou autres obstacles (aussi appelé collecteur).
Drain latéral	Drain secondaire qui recueille les surplus d'eau d'un champ.
Drainage en surface	Le détournement ou l'évacuation méthodique du surplus d'eau de la surface d'un terrain par l'amélioration des voies naturelles, ou par la construction de canaux. Si nécessaire, le modelage du terrain peut être un complément au système pour en faciliter l'égouttement.
Drainage souterrain	L'évacuation du surplus d'eau contenue dans le sol par l'intermédiare de tuyaux de drainage, de tuyaux perforés, de galeries-taupes ou par d'autres moyens.
Gleysol	Dans les sols mal drainés, la réduction du fer provoque l'apparition de marbrures et de concrétions colorées; c'est ce qu'on appelle la gleyification. Les couches de gleysol sont souvent plus denses.
Jonction	Point d'intersection de deux ou plusieurs fossés ou de drains souterrains.
Lit	L'assise terrestre de la tranchée accompagnée des matériaux entourant le drain, y compris, le cas échéant, l'enveloppe et la matière filtrante.
Nappe phréatique	La surface supérieure d'une zone saturée d'eau dans le sol.

Nivellement	Modelage du terrain à l'aide d'une niveleuse pour éliminer les petits accidents de terrain et les dépressions, sans changer la topographie dans son ensemble. En règle générale, les coupes sont peu profondes et limitées par la nature de l'équipement utilisé. Habituellement, le nivellement constitue l'étape finale du profilage.
Pente ou inclinaison	Degré de la pente d'un canal ou du terrain.
Profilage	Modelage du terrain par décapage, remplissage et nivellement pour aplanir la surface, afin que chaque raie ou surface puisse s'égoutter dans un drain sans qu'il se forme d'accumulation d'eau.
Profondeur équivalente	La profondeur équivalente (p_e) est fonction de l'écartement des drains, du rayon du tuyau de drainage et de la distance (d) jusqu'à la couche imperméable sous le centre des drains. C'est l'écoulement réel à travers les sols sous les drains. Hooghoudt a proposé d'utiliser la p_e pour remplacer la distance réelle jusqu'à la couche imperméable comme moyen de tenir compte de la convergence physique des lignes d'écoulement à proximité des drains.
Raccords	Pièces utilisées pour joindre deux drains.
Radier	Partie inférieure de la paroi interne d'une conduite renforcée ou d'un tuyau de drainage.
Remblayage final	Action de reporter la terre excavée dans la tranchée après le remblayage initial.
Remblayage initial	Action d'entourer le drain de terre pour éviter de l'endommager ou de le déplacer au moment du remblayage final de la tranchée et pour permettre à l'eau de s'égoutter librement vers le drain.
Station de pompage	Ensemble constitué d'une ou plusieurs pompes, de blocs d'alimentation et d'accessoires connexes qui servent à tirer l'eau d'égouttement du bassin jusqu'à une bouche de décharge.
Système de drainage	L'ensemble des fossés de surface et des drains souterrains, y compris les installations et les pompes, servant à recueillir et à évacuer les surplus d'eau de surface et d'eau souterraine.
Tuyau annelé	Drain flexible qui dérive une partie de sa force verticale du support latéral offert par le sol environnant.
Tuyau continu	Longueur de tuyau sans perforations ni joints ouverts.
Tuyau de drainage	Tout type de tuyau servant au drainage, notamment les tuyaux en plastique ondulé, les tuyaux en terre cuite ou en béton.
Tuyau en terre cuite ou en béton	Drain en terre cuite, en béton ou en matière similaire, composé de cylindres courts qui recueillent, par les interstices, l'excès d'eau du sol et les évacuent.
Zone drainée	Surface dont on recueille l'eau de drainage pour l'amener vers un émissaire. Parfois appelée bassin hydrographique d'un drain particulier.



www.ontario.ca/maaaro